平成 25 年度　情報工学科
卒業研究発表会予稿集

平成25年度　情報工学科　卒業研究発表会プログラム（1日目）

開始時刻		終了時刻	発表時間	講演番号	研　究　題　目	学生氏名	指導教員	座長
2月4日(火)　　於:第1視聴覚室								
13:00	~	13:12	0:12	1	ETロボコン2013走行体のモデリングおよび実装(1)	佐々木穂乃花	小山	後藤研
13:12	~	13:24	0:12	2	ETロボコン2013走行体のモデリングおよび実装(2)	藤田翔太		
13:24	~	13:36	0:12	3	卒業生IUターン支援システムのユーザ登録機能の実装	大場智博		
13:36	~	13:48	0:12	4	害獣捕獲罠作動自動検知システムの構築	遠藤千織		
13:48	~	14:00	0:12	5	JUNGによるグラフアルゴリズムの実装 -彩色問題-	加藤ありさ	河合	小山研
14:00	~	14:12	0:12	6	JUNGによるグラフアルゴリズムの実装 -最短経路問題	水野遥子		
14:12	~	14:24	0:12	7	JUNGを用いたアプリケーション開発 -有用なJUNGマニュアルの作成-	吉田有里		
14:24	~	14:36	0:12	8	JUNGによるグラフアルゴリズムの実装 -最小フィードバック頂点集合-	和田裕希		
			0:10		休憩			
14:46	~	14:58	0:12	9	「刻 〝楽〟 勉 励」 － 漢字の読みを学習するアプリケーション －	和泉遥	高橋	河合研
14:58	~	15:10	0:12	10	LDAPを用いた認証サーバ	新谷洸士		
15:10	~	15:22	0:12	11	組み込みシステムによるブラシレスモーターの制御	辻広大和		
15:22	~	15:34	0:12	12	イメージマッチングによる古銭の判読	巳扇基暉		
15:34	~	15:46	0:12	13	UMLを用いた組込みソフトウェア開発	石原　司	太刀川	高橋研
15:46	~	15:58	0:12	14	ソフトウェア単体テストの効率化	加藤　人資		
15:58	~	16:10	0:12	15	自学自習可能なリアルタイムOSの教育システム	貴田岡圭悟		
16:10	~	16:22	0:12	16	ネットワークを用いた故障検出のための2重系システム	盛　綾華		

【注意事項】

１．講演時間とベルの回数について

ベル…6 分：1 回,　 8 分（発表終了）：2 回,　 11 分（質疑応答終了）：3 回目

※司会及び時間の管理を担当する座長は発表が終了した研究室が交代で担当とする。

２．講演用 PC について

・発表用のノート PC（Windows XP，Microsoft PowerPoint2010）を一台準備する。使用を希望する学生は、PC を今野研究室に置いておくので、2 月 4 日（火）11:30 までにデスクトップにある「卒研最終発表会」フォルダにスライドのデータをコピーしておくこと。

・自分の PC を使用したい場合は、各教室での接続方法を事前に確認をしておくこと。

平成25年度　情報工学科　卒業研究発表会プログラム（2日目）

開始時刻		終了時刻	発表時間	講演番号	研　究　題　目	学生氏名	指導教員	座長
2月5日(水)　　於：大講義室								
9:00	~	9:12	0:12	17	音の可視化を取り入れたアンドロイドアプリケーションの開発	清水愛未	東海林	太刀川研
9:12	~	9:24	0:12	18	音の可視化を取り入れたアンドロイドアプリケーションの開発	金澤しほり		
9:24	~	9:36	0:12	19	マイクによる音声入力を利用した自動作曲アプリ	田村祐樹		
9:36	~	9:48	0:12	20	教育用簡易エレキギターの改良	山田知美		
9:48	~	10:00	0:12	21	歩行動作における準周期信号の分離方法の検討	坂上容子	今野	東海林研
10:00	~	10:12	0:12	22	加速度センサを用いた歩行認証法の検討	古館裕大		
10:12	~	10:24	0:12	23	学内用写真共有webアプリケーションの開発	建部紘行		
			0:10		休憩			
10:34	~	10:46	0:12	24	学習者の苦手分野を特定する英文穴埋め問題解決システムの開発	久保大貴	倉山	今野研
10:46	~	10:58	0:12	25	作問学習支援システムにおける誤りの分析 ―フィードバックが学習者に与える影響―	竹山和希		
10:58	~	11:10	0:12	26	カード選択方式を用いた証明問題解決支援システムの開発	佐々木祐樹		
11:10	~	11:22	0:12	27	Android端末を利用したBluetooth通信によるプレゼンス管理システムの提案	横山恭平	藤原	倉山研
11:22	~	11:34	0:12	28	地震加速度モニタリングシステムの伝送能力の向上 ～データ伝送・格納プロセスの改良～	伊藤尚貴		
11:34	~	11:46	0:12	29	加速度測定用無線センサネットワークの省電力化の検討 ～スリープモードの有効性～	前田隆一		
					休憩（昼休み）			
12:50	~	13:02	0:12	30	デジタルペンによる出席簿データ作成プログラム	小町嶺太	國分	藤原研
13:02	~	13:14	0:12	31	座面安定化システムに関する研究	赤井悠介		
13:14	~	13:26	0:12	32	室内環境情報計測とデータ処理システム	冨森康矢		
13:26	~	13:38	0:12	33	室内環境情報計測とデータ処理システム -Excelを用いたデータ処理-	木村知恭		
13:38	~	13:50	0:12	34	空手組手の記譜化	齊藤春幾	佐藤	国分研
13:50	~	14:02	0:12	35	空手組手における構えの識別	松原右京		
14:02	~	14:14	0:12	36	Kinectを用いた空手訓練者の動作識別	増田光輝		
14:14	~	14:26	0:12	37	モーションデータを用いた空手トレーニングシステムにおける仮想対戦相手の表示	大野衛		
			0:10		休憩			
14:36	~	14:48	0:12	38	Javaアプレットによるアルゴリズム学習コンテンツの作成(1)	佐々木智也	後藤	佐藤研
14:48	~	15:00	0:12	39	Javaアプレットによるアルゴリズム学習コンテンツの作成(2)	濱田大空		
15:00	~	15:12	0:12	40	時間割管理システムの開発 ―データベースを用いたWebアプリケーションの開発Ⅰ―	佐々木梨夏		
15:12	~	15:24	0:12	41	時間割管理システムの開発Ⅱ ―データベースを用いたWebアプリケーションの開発Ⅱ―	吉田裕有		

ET ロボコン 2013 走行体のモデリングおよび実装(1)

情報工学科 20 番　佐々木 穂乃花,　指導教員　小山 慎哉

Modeling and Implementing of the Software that is Embedded in the Robot of ET robocon 2013 (1)

SASAKI Honoka

Abstract : Recently, embedded technology (ET) is important for Japanese industries to compete with other countries. Therefore, we participated the ET Software Design Contest (ET Robocon) in order to learn the generic skills of ET.This contest have two competitions. One is modeling competition, the participants propose the model of the software which is embedded into the robot. This model is evaluated at the three points, quality, function, and expression. Another is game competition, the participants compete by the running quality of the robot in the basic course and the difficult parts. I describe about the models of the embedded software by using UML.
Key words : UML, Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram

1. はじめに

近年，組み込み技術(Embedded Technology)は家庭用・産業用問わず電子制御を必要とする製品において一般的に用いられており，わが国の「組込み技術者」は 20～30 万人とも言われているが，市場の急速な拡大，開発の大規模化および開発期間短縮により，現在もこれからも「組込み技術者」の不足が懸念されている．[1]

そこで本研究室では，組込みシステム開発分野における若年層および初級エンジニアに焦点を合わせた ET ロボコンを研究し，大会に参加することにより組込みシステム開発への理解を深めることとした．ET ロボコンとは，決められた走行体で指定コースを自律走行する競技で，同一のハードウェアに，UML 等で分析・設計したソフトウェアを搭載し競うコンテストである．[2]

このコンテストでの評価は，UML 等で記述された，走行競技システムの分析，ソフトウェア設計モデル内容について評価する「モデル部門」と，自律型ライントレース・ロボットの走行競技による性能を競う「競技部門」の二つからなり，どちらも大変重要なものとなっている．

この論文では「モデル部門」に括目し，UML を使用したアクティビティ図やシーケンス図やクラス図などのモデルについて記述する．

2. 開発環境

OS：Cygwin ver 2.774
開発言語：nxtOSEK: ANSI C/C++(GCC)
UML 作成ツール：astah* community

3. 走行体について

図 1 に示すように，走行体は，LEGO Mindstorms NXT および LEGO ブロックを利用して組み立てたものを使用する．走行体には各センサが備えられており，2013 年度からはベーシックコースでの倒立走行中は，尻尾モータを上げることが義務づけられた．

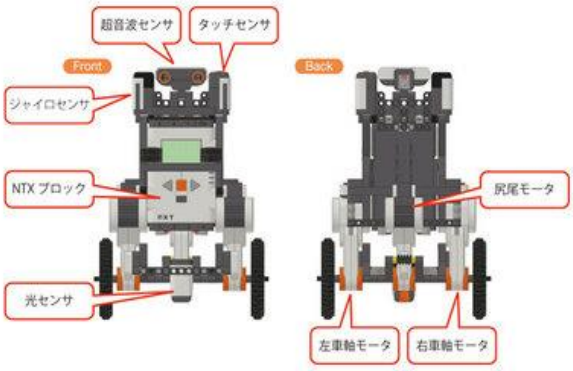


図 1　走行体の構成

4. 走行体搭載ソフトウェアのモデリング

4.1 方針

目標を「コースの完走と難所の攻略」とし，実現するために必要な機能や要求を分析する．モデルを記述するため UML を用いた．ユースケース図を用いてアクターの動きをまず表現し，シナリオをアクティビティ図で表現，次にクラス間のデータの受け渡しをクラス図で記述して機能を定義し，プログラムの流れをシーケンス図で記述した．

(1)ユースケース図，ユースケース記述

ユースケース図は，アクターにとって重要な価値を持つアクションのシーケンスを記述するものである．

ルール上，競技者は走行体付属のタッチセンサか Bluetooth 通信を用いて，走行をスタートさせなければならない．その後，ベーシックステージを走行し，ボーナスステージの走行，つまり難所攻略をする．難所としては，以下のものがある．

- 坂道
- ルックアップゲート
- シーソー
- ガレージイン

これらを図で表し，走行するために必要なユースケース記述を表 1 にまとめた．

表1　ユースケース記述

「役割」や「情報」	部品の候補
路面の色を決める	色判定
光センサの値を読み込む	光センサ
走行体の向きを決定する	ライントレーサ
左右モータの回転角度と倒立振子制御を初期化する	左右モータ，倒立走行
ジャイロセンサの値とオフセット値を読み込む	ジャイロセンサ
左右モータの回転角度を読み込む	左右モータ
左右モータを回転させる	
倒立振子 API を使って左右モータの出力値を得る	倒立走行
倒立走行を実現する	
4 msec ウェイトする	部品を動かす TASK 側で実現する
タッチセンサの値を読み込む	タッチセンサ

(2)アクティビティ図

アクティビティ図では，一連の「手続き」を表現するための図で，ある現象の開始から終了まで機能を実行される順序に従って記述する．

例えば，難所の一つであるルックアップゲートを選択した場合は，障害物の検知→ルックアップゲートを通過→姿勢を倒立状態に起こす→倒立走行に復帰という処理の流れとなり，それを記号を用いて記述する．

(3) クラス図

クラス図ではシステムを構成するクラスとそれらの関係を表現する．図2は作成したクラス図の一部である．

走行するだけで「ライントレーサ」「色判定」「倒立走行」「光センサ」「ジャイロセンサ」「モータ」の５つのオブジェクトが存在し，それぞれに役割を持っている．走行体には４つのセンサ（超音波センサ，タッチセンサ，光センサ，ジャイロセンサ）が取り付けられている．まず「ライントレース」を軸に「光センサ」で光センサ値を読み取り「色判定」を行う．同時に「ジャイロセンサ」「モータ」を制御しながら倒立走行を行う．

(4) シーケンス図

シーケンス図では，クラスやオブジェクト間のやりとりを時間軸に沿って表現する．ユースケースを実現するのに必要なオブジェクトと，それらオブジェクト間のメッセージを表現できる．時間軸が図の上から下へ進むため，ユースケース記述との対比がしやすく，メッセージの順序を意識しやすいという特徴がある．

5. 成果・今後の課題

2013 年 10 月 13 日に，はこだて未来大学にて行われた ET ロボコンの部門の１つであるデベロッパー部門に出場した．モデルの評価は難所の１つとの指定があったのでルックアップゲートを選択した．審査結果としては表記が足りないなどの指摘があり，改善の余地があった．大会後，指摘された多重度の記述漏れを訂正した．

UML は走行，ルックアップゲート，シーソーを記述することができた．本来なら UML を作成後にプログラミングを行うはずだったがプログラムの作成と同時進行してしまったため設計したモデルが正しいか正確に確認がとれなかった．難所の一つであるガレージインの記述が完成しなかったので更なる探究が必要であった．今後，不完全な UML の改良，ガレージインのモデルについて検討したいと思う．

参 考 文 献

[1] 社団法人　組込みシステム技術協会
http://www.jasa.or.jp/top/column/embnow/embnow001.html

[2] ET ロボコンとは
http://www.etrobo.jp/2013/about/about.php

[3] 阿部瑞希，菊地真理，菊地亮太：ET ロボコン走行体の走行制御に関する設計及び実装，平成 23 年度函館工業高等専門学校卒業論文(2011)

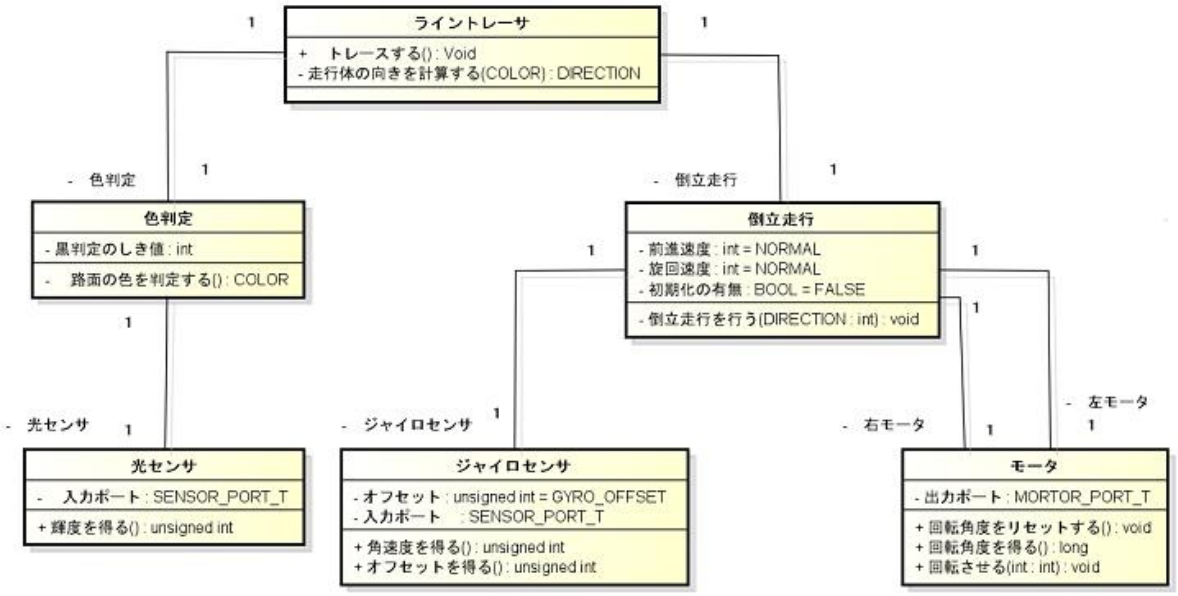


図 4　ベーシック走行に関連する機能のクラス図

講演番号 02

ET ロボコン 2013 走行体のモデリングおよび実装(2)

情報工学科 31 番　藤田翔太，　指導教員　小山慎哉

Modeling and Implementing of the Software Embedded in the Robot of ET robocon 2013 (2)

FUJITA Shota

Abstract : Recently, embedded technology is important and indispensable to our life and is used for the electronic devices such as household machines and the appliances. Therefore, we decided to incorporate by participating ET software design contest (ET robocon). This contest is focused on the deep understanding of the developments of embedded technology systems for beginners in engineering. This paper describes the running method of the robot on the competition course, and the algorithm to captures the difficult parts in that course.

Key words : ET robocon, embedded technology, pid controller

1. はじめに

組込み技術は，今や我々の生活には欠かせない技術のひとつであり，電子制御を必要とする製品において広く用いられている．わが国の「組込み技術者」は 15～20 万人とも言われているが，市場の急速な拡大，開発の大規模化および開発期間短縮により，現在もこれからも「組込み技術者」の不足が懸念されている．[1]

そこで本研究室では，組込みシステム開発分野における若年層および初級エンジニアに焦点を合わせた ET ロボコンを研究し，大会に参加することにより組込みシステム開発への理解を深めることとした．ET ロボコンとは，決められた走行体で指定コースを自律走行する競技で，同一のハードウェアに，UML 等で分析・設計したソフトウェアを搭載し競うコンテストである．[2]

このコンテストでの評価はモデルと競技の二つからなり，どちらも大変重要なものとなっている．

本研究室では，UML モデリングを行うことのできる astah*community や実装のためのプログラム言語として nxtOSEK ANSI C/C++ を使い，走行体のモデリングおよび実装を行い，ET ロボコン 2013 のコース(図 1)を実際に走らせることで，組込みシステム開発をするための技術力の向上を図る．自分はプログラムの実装を担当した．

図 1　ルックアップゲート攻略中の様子

2. 開発環境

OS：Cygwin ver 2.774
開発言語：nxtOSEK: ANSI C/C++(GCC)

3. ベーシックコース走行

3.1 実装

ET ロボコンのベーシックコースは主に黒いラインをトレースさせどれだけ速く走らせることができるかを競う競技なので，正確にラインを検知しトレースをする制御が必要となる．その要求を満たすために PID 制御を取り入れた．また，難所に関しては UML に基づいて実装した．また，今回はルックアップゲートや坂道走行などの難所を作成し走行体の動作を確認した．

3.2 PID 制御

光センサの仕組みは下図の様にロボットの真下に円形の範囲をライトで照らし，その範囲の色を 0～1023 のグレースケール値に変換して取得している．従って，例えば黒が 700，白 600 という数値であったとすると，走行体はその中央，丁度白と黒が半々に入る部分の 650 が目標値となり，光センサからの値を元として，目標値の上に沿って走行体が走行するように制御する．

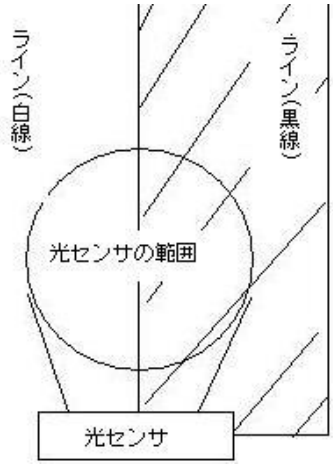


図 2　光センサの範囲

3.2 PID 制御のパラメータの決定

PID 制御にはそれぞれ偏差制御 P，積分制御 I，微分制御 D があり，目標とする光センサの値をaとして，現在の時刻をt，ひとつ前の時刻を$t-1$，それぞれの時刻の光センサ値をs_t，s_{t-1}とおくと，p, i, dはそれぞれ以下の式で表される．

$\sigma_t = a - s_t$，$\sigma_{t-1} = a - s_{t-1}$，

$p = K_p \sigma_t$

$$i = K_i \Delta_t \sum_{t=0}^{n} \frac{\sigma_t + \sigma_{t-1}}{2}$$

$$d = K_d \frac{\sigma_t - \sigma_{t-1}}{\Delta_t}$$

ここで，n は現在時刻，Δ_tはサンプリング間隔(4ms)，K_p，K_i，K_dは制御係数で，この係数は，ある程度計算で求める事ができるが，細かい所は実際に数値を変えて走らせ，データを取り，決定した．

以上の数値を基として，下記のように走行体の前進速度と回転速度を決定する．

前進速度　$v_f = 80 - |p + i + d|$

回転速度　$v_r = p + i + d$

なお，前進速度は，30 未満だと走行体が停止してしまうため，30 以上となるようにし，回転速度は-100(左全速旋回)から+100(右全速旋回)となるように調整している．

4. 難所攻略

4.1 ルックアップゲート

ルックアップゲートとは，コース上に設置されたゲートで，通常走行では走行体はゲートをくぐることができないため，走行体を少し後ろに倒し走行する必要がある．

ルックアップデート攻略手順を以下に示す．

1. 超音波センサで超音波を出しながら走行
2. 超音波でセンサを検知したら，走行体をゲートを通過できる角度まで傾けて走行
3. ゲートを通過したら走行体を倒立走行の角度まで起こす．
4. 倒立走行に復帰する．

20cm くらいまで障害物に近づくと超音波センサが障害物を感知し，ルックアップゲート攻略プログラムに移行する．尻尾を倒すことによって走行体を後ろに反らし，ゲートを通過できるようにする．去年までのルックアップゲート攻略プログラムはゲート通過中の走行時はライントレースを行っておらず，不安定だったためゲート通過中もライントレース走行するように改変した．

4.2 シーソー

シーソーとは，コース上に設置された板があり，シーソーのように動作するものである．通常走行だと登ることはできても下りの坂で走行体が倒れてしまい，走りきることができない．そのためシーソーを検知し，走行速度を下げる必要がある．

シーソー攻略手順を以下に示す．

1. ジャイロセンサで段差を確認しながら走行
2. シーソーの段差を検知したら，走行体がシーソーを登ったところで速度を落とし走行する．
3. シーソーから降りたら速度を戻し通常走行に復帰する．

走行体にはバランスを取るためにジャイロセンサが搭載されており，シーソーの発見のためにそれを用いた．シーソー板は半分まで登って半分から降りるということになるため，段差検知後すぐに速度を下げるのではなく時間をずらして半分まで登ったら速度を下げるというプログラムになっている．

4. 成果と今後の予定

2013 年 10 月 13 日に，公立はこだて未来大にて行われた ET ロボコン北海道地区予選の部門の 1 つであるデベロッパー部門に出場した．

PID 制御によるベーシックコースの坂道・通常走行に成功しコースを完走することが出来た．ゴール後に加点となるボーナスステージの難所であるルックアップゲート，シーソーの攻略に成功したがガレージインを成功させることが出来なかった．難所攻略は良好であったが走行スピードが劣り惜しくも入賞を逃した．

今後は，走行スピードの改善，実装できなかったボーナスステージの各難所の攻略の機能の実装を検討し，走行をモデリング通りの確実性のあるものに仕上げていきたい．

今大会で成功出来なかったガレージインは完成させることができた．成功はしたが期待通りにはいかなかったシーソーについても完成した．一つ実現できなったのは灰色検知であった．これについてはどのようなアルゴリズムで実現させるかはわかっているので，今後プログラムを考え実装したいと考えている．

参　考　文　献

[1] 社団法人　組込みシステム技術協会
http://www.jasa.or.jp/top/column/embnow/embnow001.html

[2] ET ロボコン実行委員会
http://www.etrobo.jp/2012/about/about.php

[3] 阿部 瑞希，菊地 真理，菊地　亮太
ET ロボコン走行体の走行制御に関する設計及び実装
平成 23 年度函館工業高等専門学校卒業論文(2011)

卒業生 IU ターン支援システムのユーザ登録機能の実装

情報工学科 08 番　大場智博，　指導教員　小山慎哉

Implementation of the user registration function on the IU-turn support system

OBA Tomohiro

Abstract : Association of regional cooperation in Hakodate National College of Technology (HNCT) has developed the system for graduate students of HNCT to search the recruit information in Hokkaido. The purpose of the system is the promotion of the local industries by well-skilled engineers who worked at the urban area. This system is located the internet, and the recruit information is for graduate students only. Therefore, I have implemented the user registration function on this system, so this paper describes about the process of the user registration in case of graduate student and company.

Key words : recruit information, web server, PHP, MySQL

1. はじめに

函館高専連携協力会は、平成 25 年度に卒業生 IU ターン支援システムを開発した．このシステムの目的は、北海道内の高専を卒業し、全国で働いている卒業生たちが、函館や道内に戻ってこようと考えたとき、道内企業の求人情報を効率的に提供することで、優秀な人材を地域で活用することを支援することである。

本システムは、同協力会の会員企業が、会社情報、募集する専門性、職種、勤務地、待遇、諸条件などを登録しており、IU ターンを希望する卒業生には、それらの求人情報にアクセスするサービスを提供している。それぞれ、ID とパスワードにより管理されており、登録対象者でないと登録および閲覧できない。

本研究では、同システムが提供する機能のうち、会員企業及び卒業生への ID およびパスワードを発行する機能について実装を行ったので、それについて本稿で報告する。

2. システムについて

2.1 システムの概要

本システムの利用対象者は、転職を考えている高専卒業生、及び、高専卒業生を対象とした求人を行う協力会会員企業の人事担当者である。

本システムは、インターネット上のレンタルサーバで運用している．企業担当者は、Web ブラウザ経由で本システムにアクセスして、求人検索システムに企業情報を登録することができる．一方、卒業生は Web ブラウザで企業情報を確認することができる．

図 1 のとおり、レンタルサーバにおける Web サービスの提供は、PHP および MySQL によって行う。レンタルサーバ上のソフトウェアバージョンおよび開発環境は以下のとおりである。開発に当たっては、[1][2][3]を参照した。

サーバサイドスクリプト言語：PHP Version 5.2.17

DBMS：MySQL Version 5.5.28

データベース管理：phpMyAdmin 3.3.10.5

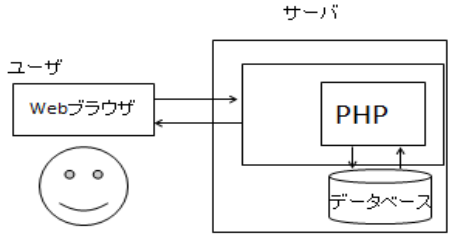


図 1　システム構成図

開発用 PC の OS:Windows XP Professional Edition

使用ソフトウェア：サクラエディタ、FFFTP

なお、ユーザ側で使用する Web ブラウザとしては、Internet Explorer、Mozilla Firefox、Google Chrome の各主要バージョンに対応する。

2.2 卒業生ユーザ新規登録の処理の流れ

卒業生ユーザが新規登録するときの流れを図 2 に示す。

卒業生が ID およびパスワードを取得する場合、トップページから新規会員登録をする。仮登録画面では、卒業生であることを確認するため、氏名、住所、電話番号、メールアドレス、出身学校・学科、卒業年など、自分の情報を登録する．

登録後、入力情報確認画面に移動し、入力した情報を確認する。間違いがなければ実行ボタンを押し、仮登録画面へ移動する。間違いや不備があれば修正を押し、新規ユーザ登録画面へ戻る。

仮登録画面では、仮登録が終了したことを通知し、入力したメールアドレスに本登録用の URL が記されているメールが届く。

その URL をクリックすることで、本登録画面に移動し、本登録が終了したことを知らせ、ログイン用のパスワード、ユーザ ID をユーザが画面上で確認する．合わせて、システムからメールにより ID とパスワードを通知する。

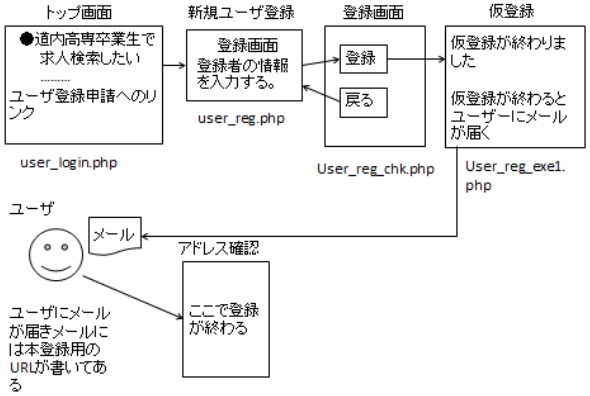


図 2　卒業生ユーザ新規登録の利用の流れ

2.3 企業側ユーザ新規登録の処理の流れ

新たに登録する企業が新規登録する場合の処理の流れを図 3 に示す。新規登録画面では、企業名、担当者氏名、所在地、電話番号、メールアドレスなどの必要な情報を入力する.

入力した情報に間違いがなければ登録ボタンを押す。押下後、入力内容確認画面に移動し、内容に間違いが無ければ登録完了画面へ移動する。一方、間違いや不備があれば修正を押し、新規企業登録画面へ戻る。

登録が完了すると、このシステムの管理者と企業にメールが届く．管理者は入力内容を確認し、発行した ID とパスワードをメールにより企業担当者へ連絡する。

システムから自動で ID 発行を行わないのは、企業になりすまして企業情報を自由に登録し、システムに不適切な情報が登録されないようにするため、管理者が見極める必要があるためである。

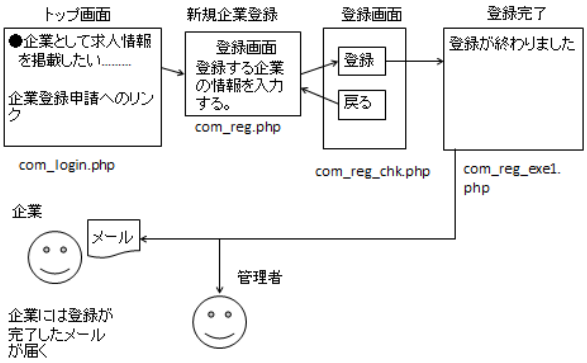


図 3　企業新規登録の利用の流れ

3. 現状と今後の課題

卒業生ユーザ用の機能については実装を完了した。

一方、企業側ユーザ登録用のページは、前述した機能については実装できているが、管理者が企業担当者とメールで連絡するほか、企業情報を手動で登録する必要があり、登録企業が増えてくることで管理者の手間が増大することが懸念される。

これを改善する業務フロー図を図 4 に示す。これは、

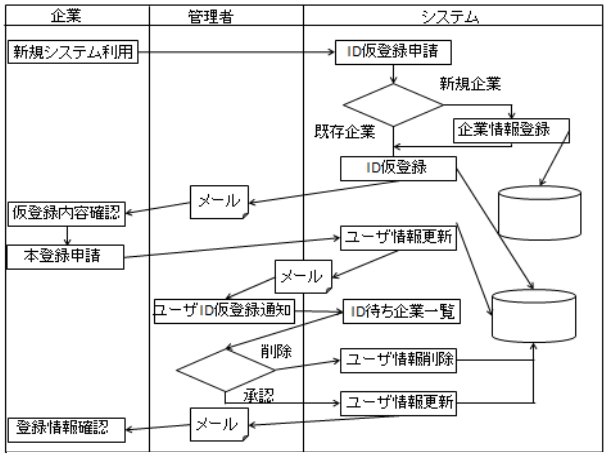


図 4 企業新規登録を改善した業務フロー図

本登録が完了した時点で、メールアドレスの到達確認を行い、確認が取れた時点でデータベースに企業情報を仮登録するとともに、管理者へメールで通知する。管理者は登録された企業の正当性を確認し、承認手続きを行うと、システム側で自動的に本登録手続きがなされ、企業担当者に ID とパスワードを自動で発行する。一方、企業からの申請を管理者が却下すると、データベースに登録された内容は削除され、企業担当者へもその旨がメールで通知される。この機能を実装することによって、管理者の手間が大幅に軽減されることが予想される。

今後は、図 4 で示した部分を実装させて、システムを完成させたい。

参　考　文　献

[1] 西沢直木: PHP による Web アプリケーションスーパーサンプル第2版、ソフトバンククリエアティブ(2006)
[2] 島田裕二:MySQL ポケットリファレンス、技術評論社(2008)
[3] 黒滝海: 求人検索システムへの企業応対情報管理機能の実装、平成 24 年度函館工業高等専門学校卒業論文(2012)

講演番号 04

害獣捕獲罠自動作動検知システムの構築

情報工学科 06 番　遠藤千織，　指導教員　小山慎哉

Development of the Automatic Notification System for Animal Hunting Trap

ENDO Chiori

Abstract : Recently, the number of wild deer is increasing in Hokkaido, and they give the bad influences for various crops. So Hokkaido government is trying to reduce the number of deer by hunting and processing them as edible meat. It is necessary to process a deer while it is fresh for using a deer as edible meat. However, the existing traps usually take long time after being caught them in the trap. Therefore, we aimed for the development of the system which notifies the catching promptly. If the trap operates, the transceiver sends the signal with single frequency to the receiver, and the receiver detects the frequency from the signal. The trap identifying number is corresponded the frequency, and the receiver can specify the place of the trap from the signal. The receiver can recognize multiple traps by this method.

Key words : deer trap, audio signal processing, fast Fourier transform

1.　はじめに

近年，北海道では鹿肉料理が増え始めている．これは新しい料理の開発というだけでなく，最近増加してきたエゾシカなどの野生動物による被害を減らすための政策でもある．ここ数年で大量に増加したエゾシカなどによる被害が深刻化しているため，食用肉として利用することでその数を減らしている．

美味しい鹿肉料理を作るためには新鮮な鹿が必要だが，従来の罠では動物が罠に掛かってから捕まえるまでに時間がかかるため，鮮度が落ちてしまう．そこで罠が作動したことを瞬時に伝えるシステムを制作する．これは，鹿だけでなく猪や熊などの害獣にも応用することが可能である．

2.　開発するシステム

2. 1 システムの概要

図 1 にシステムの概要を示す．このシステムは，専攻科の創造実験で開発されたシステムの改良版である．罠が作動したことを感知すると罠に備え付けられた発信器から各罠に設定された信号を管理用端末へ発信し，管理用端末は受信した内容を管理者へと通知する．発信機としては，特定小信号トランシーバを用いて，各罠にかかるコストを安価に抑えているため，送信信号への変調を行っていない．そのため，複数個ある罠が同時に作動すると管理用端末の受信信号が混信してしまう．そのため，フーリエ変換を使用し，受信した信号の周波数を検出し，各罠に割り当てた周波数から罠番号を特定し，管理者に通知するようなシステムである．

2. 2 システムの構成

システムの概要で示したように，罠と発信装置を組み合わせた発信装置，受信機と Arduino Uno を組み合わせた受信装置，そして受信装置からの通知を受け取る管理用端末の三つからなる．

罠が作動すると，各罠に取り付けられた発信装置から特定の単一周波数による音声信号を送信する．受信装置で受信した信号は，受信装置内の Arduino によって解析され，各信号の罠番号を特定後に管理用端末の PC へと罠の作動が通知される．

なお，発信機，受信機には，エフ・アール・シー社の特定小電力トランシーバ ET-20 を用いた．このトランシーバは 1 台 4000 円程度と安価ながら，仕様によれば，見通しのよい郊外で 1 ㎞程度の距離で通信できること，さらに 20 チャネルを同時使用可能なことから，今回の用途に合致しているとして採用している．

なお，受信装置と管理用端末間で Wi-Fi による通信を行い，管理用端末へと通知する方式を考えている．

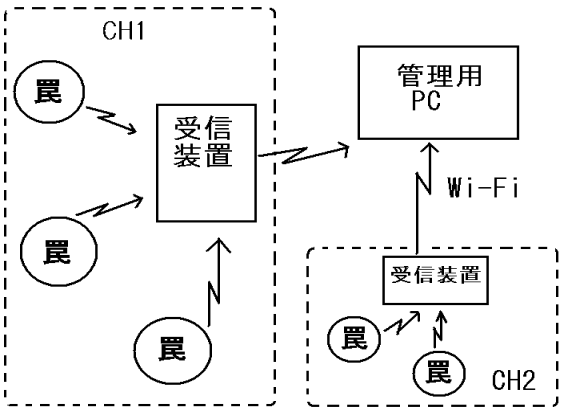


図 1　システムの概要図

2. 3 識別方法

複数個の罠を識別するために，罠ごとに異なる周波数の信号を送信する．そうすると，複数の罠から同時に発信された場合，受信側では音が混信するが，混信した信号に高速フーリエ変換(FFT)を行って周波数分析をすることで，罠番号の識別を行うことにした．

具体的には，Arduino ライブラリの analogRead 関数[1][2]で音信号を読み込む．この関数は実行におよそ 110 μs かかっており，サンプリング周波数は約 9kHz となるため，約 4.5kHz までの信号を扱えることになる．FFT の次数は，Arduino Uno

のフラッシュメモリ容量を考慮して256としており，分解能は4500/256=35Hzごととなる[3].

そのため，それぞれの罠から35Hz，70Hz，105Hz…の音声信号を発信すればよいと当初考えていた．しかし，受信信号をFFTにより分析した結果を図2に示すが，発信・受信に今回のトランシーバを使用した場合，送信している音声信号の周波数(700Hz)の整数倍の周波数(1.4kHz，2.1kHz，2.8kHz) にもスペクトルが出てしまうことが分かった.

これを解決する方法として，配列番号が素数となる周波数だけを使用することとした．つまり，今回のFFTでは128個の配列に各周波数のスペクトル値が格納されるが，そのうち，2，3，5，7，…と， 0～127までの範囲にある素数にあたる周波数値のみを，罠の特定用の音声信号として使用する．2～127までの素数は31個あるので，1つのグループで31個の罠まで管理できることとなる．加えて，このトランシーバは同時に20チャネル使用することが可能であるので，それぞれのチャネルで最大数の罠を管理するとなると，20×31=620個を管理できることになる.

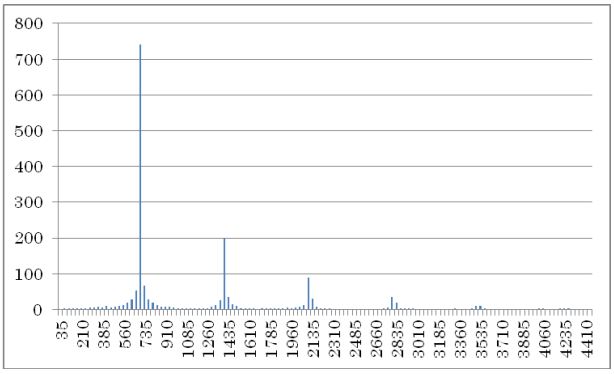


図2　700Hzの受信信号のFFT結果

2. 4　罠識別のアルゴリズム

受信機で受信した信号から罠番号を識別するアルゴリズムは次のとおりである．開発には，Arduinoで用意されているAPIを追加したC/C++言語によって行った.

1. 音信号受信
2. 音信号取得，読み込み
   analogRead関数によって音声信号を読み込む．取得サンプル数は256個なので，約110μs×256=約28.2msの時間がかかる.
3. ArduinoでFFTによる周波数解析
   上記2.と3の処理を10回行うことで，約0.4秒間に受信した音声信号を分析する．なお，1回のFFTで得られたスペクトル値をどんどん加算して，10回分のスペクトル値を分析対象とする.
4. FFTで得られた値から各罠に対応する値と比較
   周波数のスペクトル値が格納されている配列の要素を小さい素数順に見ていき，しきい値以上のスペクトル値が検出された場合は，その周波数の音声信号が発信されているとみなす.
5. 比較した結果から作動した罠番号を特定
   あらかじめ準備しておいた，罠番号と周波数の対応から，罠番号を特定する.
6. 得られた罠番号を管理用端末へ送信

3.　現状と今後の展望

現状では，発信装置と受信装置間について，通信に最適な周波数の検出，受信装置での信号の解析を終えているが，受信装置と管理用端末間について開発までは至っていない．今後，受信装置から管理用端末への通知を完了させて調整なども行いたい.

参　考　文　献

[1] Massimo Banzi , Arduinoをはじめよう 第2版,オライリージャパン (2012)
[2] Arduinoリファレンス, http://garretlab.web.fc2.com/arduino_reference/index.html
[3] Arduinoで音認識プロジェクト1 http://isa.asablo.jp/blog/2010/05/12/5080661

JUNG によるグラフアルゴリズムの実装
ー 彩色問題 ー

情報工学科 09 番　加藤ありさ，　指導教員　河合博之

An implementation of graph algorithm using JUNG
--- Graph Coloring ---

KATO Arisa

Abstract: The graph theory is one of the fields of mathematics. It is used for its abstracting the relationship of the element with the reality in vertex and edge, and analyzing the property. Graphs are applied to data structure algorithm, etc. widely. It is used in daily life various scenes, such as a public transportation route and network, etc. The JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) is an open source library of Java system. It analyzes and visualizes graphs and network structure. It implements a lot of algorithm of Graph theory and the Social Network analysis. The purpose of this study was to use JUNG and implement on Android, but a large number of errors occurred, and it revealed that we could not work by the simple procedure. Therefore, we decided to implement the random graph and the graph coloring to understand specifications of JUNG deeply.

Key words : Java application, JUNG, Graph Coloring

1. はじめに

グラフ理論とは，現実のある要素の関係性を点と辺に抽象化してその性質の分析に用いられる．日常の様々な場面，例えば鉄道などの路線図，ネットワークなどで利用されている．

JUNG とはグラフ構造を簡単に表現し，グラフ構造の分析や視覚化を行うための Java のオープンソースのライブラリである．グラフ理論，ソーシャルネットワーク分析のアルゴリズムを数多く実装している．

ここ数年でスマートフォン，タブレット，PC など様々なデバイスを利用する，様々な人々，企業が増加している．その中でも特に急成長してきたのが Android 端末である．

本研究の目的は JUNG を利用し，Android 上でグラフアルゴリズムを実装することであったが，単純な手続きでは多数のエラーが発生し，動作できないことが分かった．そこで，JUNG の仕様を深く理解するためにランダムグラフと，グラフの彩色問題を実装することとする．

2. 研究概要

2.1 開発環境

OS　　：Microsoft Windows Vista
開発言語　　：Java
統合開発環境：ADT　Version ： 22.0.1
　　(Eclipse　Version ： 4.2.1)

2.2 グラフ理論について

数学の一分野のグラフ理論におけるグラフは頂点（ノード）と辺（エッジ）の集合で構成され，現実のある要素の関係性を点と辺に抽象化してその性質の分析をするのに用いる．頂点と辺で構成されたグラフを無向グラフといい，頂点と向きを持つ辺により構成されたグラフを有向グラフという．グラフはデータ構造・アルゴリズムなどに広く応用されている．日常の様々な場面では例えば鉄道などの路線図，ネットワークなどで利用されている．

2.3 二部グラフ

二部グラフとは，頂点集合を二つの部分集合に分割し，各集合内の頂点の間に辺が無いグラフのことである．このような頂点の集合を独立集合といい，より一般に n 個の独立頂点集合に分割可能なグラフのことを n 部グラフという．

隣り合った頂点同士を異なる色で塗ることを頂点彩色といい，n 部グラフは n 点彩色可能なグラフである．同様に，隣り合った辺同士を異なる色で塗ることを辺彩色という．

2.3 JUNG について

Jung（正式名称：Java Universal Network/Graph Framework）は Java でグラフ構造の分析や視覚化を行うためのオープンソースのライブラリである．グラフとして表現できるデータの，モデリング，分析，可視化をサポートしている．ソーシャルネットワーク分析，情報可視化などの分野に関連する数学的でアルゴリズム的なグラフのアプリケーションである．しかし，これらの分野に限定せず，グラフとネットワークに関連する他の多くのアプリケーションにも使うことができる．

2.4 JUNG の機能について

JUNG には頂点，辺の色，形などの表現に様々な機能がある．マウスで頂点，辺をクリックすると色が変わるように設定することもがきる．頂点を画像にすることも可能である．図１は JUNG で実際にグラフを表示したものである．

左から順に２次曲線（初期状態），辺を直線にした場合，辺を３次曲線にした場合，点線にした場合，頂点を四角にした場合を示している．

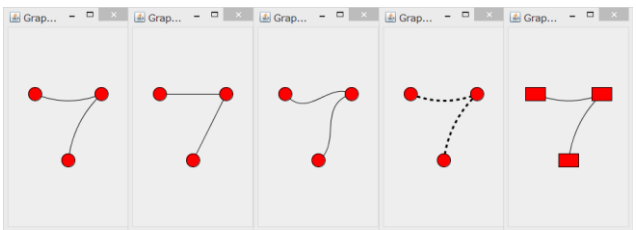


図１　JUNG によるグラフの描画例

3. ランダムグラフ

扱うランダムグラフは頂点と辺の数を指定し，ランダムに選んだ点と点を辺で結んだグラフのことであり，次の手順で作成する．

I.　点一個ランダムに選ぶ
II.　もう一個ランダムに点を選ぶ
III.　ⅠとⅡで選んだ点の間に辺を増やす
IV.　Ⅰ～Ⅲを本数分繰り返す

図２は JUNG でランダムグラフのプログラムを３回実行したものである．頂点数を５，辺の数を８で実行すると，辺の組み合わせがランダムに変わる．実行直後は頂点の位置はバラバラに表示されるが，そのままではわかりづらいので，頂点をマウスで移動することが可能なので，この図では頂点の数字の位置を同じ位置にしてある．

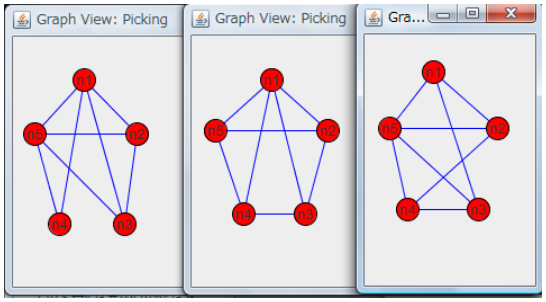


図２　頂点数：5，辺の数：8 のランダムグラフ

4. 彩色問題

4.1 彩色問題について

グラフ G の彩色問題とは，G の何らかの要素に，ある制約条件を満たすように色を割り当てることである．例えば，頂点彩色，辺彩色，面彩色がある．頂点彩色は，隣接する頂点同士が同じ色にならないように全頂点を，辺彩色は，隣接する辺同士が同じ色にならないように全辺を，面彩色は，平面グラフの辺で囲まれた各領域（面）を隣接する面同士が同じ色にならないように彩色する問題である．

4.2 アルゴリズム

彩色にはランダムグラフを利用することにする．

四色に頂点彩色する場合

I.　頂点 n[i]の隣接する辺を調べる．
II.　隣接する辺 e[j]から頂点 n[i]の反対側の頂点 n[k]を調べる．
III.　頂点 n[i]の色が赤の時IV．黄色の時V．ピンクの時VI．
IV.　頂点 n[k]の色も赤の場合，頂点 n[k]を黄色にし，k++しVIIへ．
V.　頂点 n[k]の色が黄色の場合，k が i 以上なら頂点 n[k]をピンクに．k が i 以下なら頂点 n[i]をピンクにし，k++しVIIへ．
VI.　頂点 n[k]の色がピンクの場合，k が i 以上なら頂点 n[k]をオレンジに．k が i 以下なら頂点 n[i]をオレンジにし，k++しVIIへ．
VII.　頂点 n[i]の隣接する頂点を全て彩色完了したなら，i++しⅠへ．まだなら j++しⅡへ．

四色で足りない場合はIV，Vのように別の色に変える．

図３は頂点彩色のプログラムを実行したものである．上部の入力欄から頂点数，次数を指定する事ができる．実行後は頂点の位置がバラバラに表示されるため各色でまとめた．図４は頂点彩色のプログラムを辺彩色へ変更したものである．

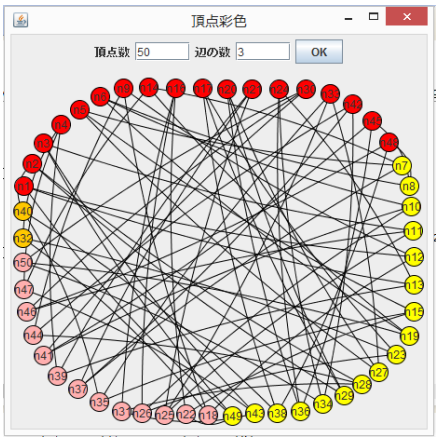


図３　頂点数 50，次数 3 のランダムレギュラーグラフの頂点彩色

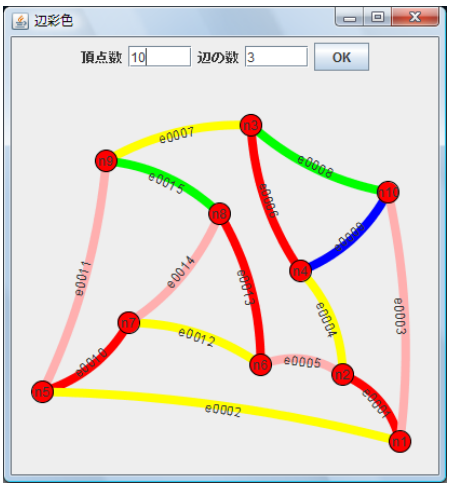


図４　頂点数 10，次数 3 のランダムレギュラーグラフの辺彩色

4. まとめ

Android で JUNG を実装することが本研究の最初の目的であった．しかし，JUNG は Android では使えない Java 固有の Swing を使用している．そのため単純な手続きでは多数のエラーが発生し，動作できないことが分かった．ランダムグラフと，グラフの彩色問題を JUNG で実装したことにより，JUNG を理解することが出来た．

参　考　文　献

[1] B･ボロバッシュ，斎藤伸自･西関隆夫共訳，グラフ理論入門（培風館，1983）．
[2] Hang T. Lau，A JAVA LIBRARY OF GRAPH ALGORITHMS AND OPTIMIZATION（Chapman & Hall/CRC, 2007）．
[3] JUNG2.0 チュートリアル：http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~misue/open/tutorial/jung2/index.html
[4] JUNG - Java Universal Network/Graph Framewor：http://jung.sourceforge.net/

JUNG によるグラフアルゴリズムの実装
ー 最短経路問題 ー

情報工学科 38 番　水野遥子，　指導教員　河合博之

Implementation of Graph Algorithms using JUNG
--- The shortest path problem ---

MIZUNO Yoko

Abstract : JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) is the software library based on Java open source and supports the visualization of the data which we can express as a graph. Because interface that treat a graph and a class in JUNG is prepared abundantly, implementation of graph algorithms is easily possible.

In this study, it is intended to achieve the followings specifications and implement the Dijkstra's algorithm which is an algorithm to obtain a shortest path: (ⅰ) To assign a real number as its weight to each edge. (ⅱ) In the case of visualization, to change colors of vertices and edges to specify the shortest path. (ⅲ) To indicate the distance of all other vertex from initial vertex.

Key words : Java application, JUNG, Dijkstra's algorithm

1. はじめに

JUNG（Java Universal Network/Graph Framework）は Java をベースとするオープンソースのソフトウェアライブラリであり，グラフとして表現できるデータの可視化をサポートしている. JUNG にはグラフを扱うためのインタフェースやクラスが豊富に用意されているため，グラフアルゴリズムの実装が容易に可能である．本研究では，最短経路を解くためのアルゴリズムであるダイクストラ法を実装し，次の仕様を達成することを目的とする.

(ⅰ)辺に実数値の重み付けをすること
(ⅱ)可視化の際，最短経路を明確にするため頂点と辺の色を変えること
(ⅲ)始点から他の全ての頂点の距離を表示すること

2. 研究概要

2.1 研究目的

JUNG（Java Universal Network/Graph Framework）[4] はグラフ構造を表すための Java パッケージであり，グラフアルゴリズムの実装が容易である．本研究では，最短経路を解くためのアルゴリズムであるダイクストラ法を実装することを目的とする.

2.2 開発環境

OS：Microsoft Windows XP，Windows 8.1
開発言語：Java
統合開発環境：Eclipse v4.2.1

2.3 グラフ理論について

「つながり方」に着目して抽象化された「点とそれをむすぶ線」の概念がグラフであり，グラフが持つ様々な性質を探求するのがグラフ理論である．グラフは二項関係を図形でわかりやすく表現するため，計算機科学，システム科学，電子工学，心理学，社会学，経済学などの多くの分野で数学的モデルとして広く応用されている.

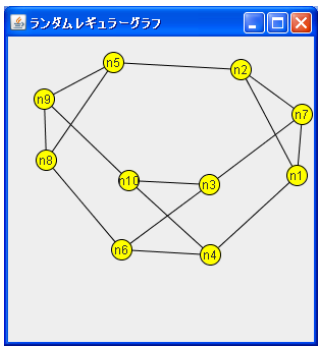
グラフは，ノードの集合と辺の集合で構成される．つながり方だけではなく「どちらからどちらにつながっているか」をも問題にする場合，辺に矢印で向きをつける．このようなグラフを有向グラフまたは，ダイグラフといい，向きのないグラフは，無向グラフという.

今回実装したレギュラーグラフ(正則グラフ)とは，各頂点の隣接する頂点数が全て同じであるようなグラフのことである．すなわち，全ての頂点の次数が等しい．頂点の次数が k の正則グラフを「k-正則グラフ」または「次数 k の正則グラフ」と呼ぶ.

3. ランダムレギュラーグラフ

今回実装したダイクストラ法に用いたランダムレギュラーグラフは，ノード数 n と次数 d を予め与え，ランダムにレギュラーグラフを作成するというものである．d が奇数の場合，n は偶数である必要がある．まずエッジを持たないノードからスタートし，与えられた次数分だけエッジをランダムに増やす．これを全ての頂点の次数が d になるまで繰り返すことで，ランダムレギュラーグラフが完成する.

図１と２は，自動レイアウト機能を利用してグラフのレイアウトを変えたランダムレギュラーグラフの実行画面である．図１は Fruchterman と Reingold の力指向アルゴリズム，図２は円周配置である.



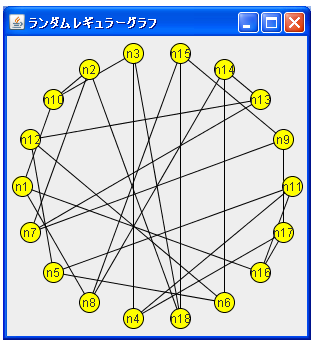


図１ ノード10, 次数３の実行画面　図２ ノード18, 次数３の実行画面

4. ダイクストラ法

4.1 概要

ダイクストラ法とは，グラフ理論における最短経路問題を解くためのアルゴリズムのことである．応用範囲は広く OSPF などのインターネットルーティングプロトコルや，カーナビの経路探索や鉄道の経路案内においても利用されている．

4.2 アルゴリズム

図３を用いてダイクストラ法のアルゴリズムを説明する．

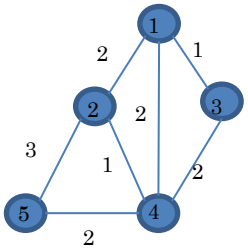


図３． グラフの例

例として，ノード１からノード５に行くための最短経路を求めるとする．まずノード１に隣接しているノードへの重みを見る．ノード２へは２，ノード３へは１，ノード４へは２であり，これらの重みをそれぞれのノードに設定する．ここから，未訪問の一番重みの少ないノードから同じ作業を他のノード全てに行い，前に計算した重みよりも小さいものをそのノードの重みとして設定する．このグラフの例では，最終的にノード５の重みが４となり，ノード４を通ると最短経路であるということがわかる．JUNG にはもともと最短経路を求めるためのダイクストラアルゴリズムのクラスが用意されている．これをもとに実行するとグラフが表示され，以下の図４のような結果になる．

```
DijkstraShortestPath<MyNode,MyEdge> alg =
new DijkstraShortestPath(g, wtTransformer);
```

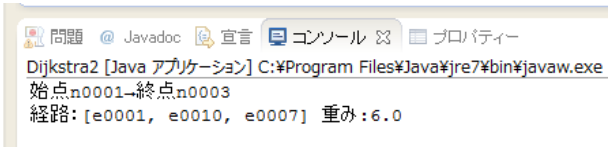


図４． 実行結果

これでは最短経路を確認するのに手間がかかってしまう．そこで，この結果から改良したものを以下に示す．

4.3 実行結果

プログラムを実行し，頂点数，次数，始点，終点を入力し生成ボタンを押すと，図５のようにランダムレギュラーグラフが出力される最短経路が求められた．図５の説明をする．始点 n1 から終点 n3 までは，n10，n8 を通り，重みは経路になっている辺の合計の 10 であるとわかる．始点，終点，通過する辺の色を変えたことによって，最短経路が明確になっている．始点，終点を変更しボタンを押すと同じグラフのまま違う経路が表示され，生成ボタンを押すと，違うグラフに変更されるようになっている．それを利用し，始点を n9，終点を n10 に変更したものが図６である．

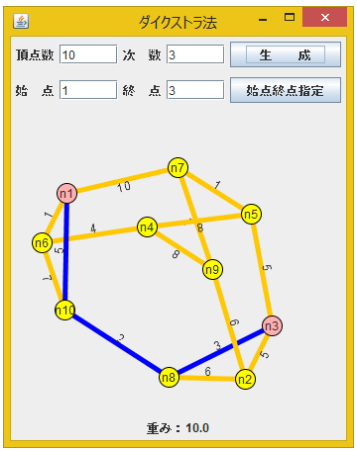


図５． 始点 n1，終点 n3 の実行画面

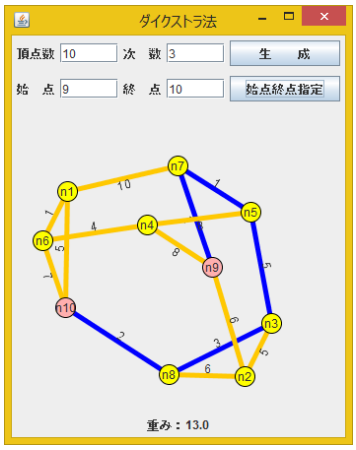


図６． 始点 n9，終点 n10 の実行画面

5. まとめ

グラフ理論も Java も基礎からのスタートで，それらの理解に苦労したため開発に時間がかかってしまった．JUNG を使っている人自体が少なく，情報があまりないため参考文献がほとんどなかったことから，実装したかったこともあまりできず最低限の仕様のみになってしまった．

今後の課題としては，さまざまな仕様を増やすことや，ランダムレギュラーグラフ以外のグラフにも実装できるようにすること，はじめに予定していたが実装できていない，始点から他の全ての頂点の距離を表示することなどが必要だと考えている．

参 考 文 献

[1] B・ボロバッシュ著　斎藤伸自・西関隆夫共訳［グラフ理論入門］(培風館, 1983).

[2] Hang T. Lau A JAVA LIBRARY OF GRAPH ALGORITHMS AND OPTIMIZATION (Chapman & Hall /CRC, 2007).

[3] JUNG2.0 チュートリアル: http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~misue/open/tutorial/jung2/index.html

[4] JUNG - Java Universal Network/Graph Framework: http://jung.sourceforge.net/

JUNG を用いたアプリケーション開発
ー 有用な JUNG マニュアルの作成 ー

情報工学科 43 番　吉田有里，　指導教員　河合博之

A development of an application using JUNG
--- Making of useful JUNG manual ---

YOSHIDA Yuri

Abstract: JUNG is a useful library of the JAVA system to treat graph structure. However, explanation is not enough and the Japanese explanation site has only a thing of the tutorial. In addition, the JUNG's webpage is written by English, and interface is too bad for Japanese students. It takes time to look over it, and we often mistake. In this study, we translate a 'JAVA methods' well used particularly into Japanese and give comments actually carried out. And we succeeded in facilitating a search by showing it with a list. We wrote down basic matters and made a concise manual for beginners. Thus, it is probable that we can complete a program immediately than before.

Key words : JUNG, Manual, Graph Algorithm

1. はじめに

JUNG（Java Universal Network/Graph Framework）は，グラフ構造やネットワークを扱うための有用な Java のライブラリである[1][2]．

JUNG を用いてアプリケーションの開発をするためには，JAVA 及び JUNG への深い理解が必要である．しかし JUNG の web サイトは，一度ページ内リンクをクリックすると元の位置に戻れなくなってしまうことや，目次もなく各クラス等のリンクがただアルファベット順に並んでいるだけなど，使いづらく見づらい仕様となっている[2]．

また，日本語で解説している有用なホームページは 1 つ[1]しかなく，その他は個人のブログであり，部分的な情報しかない．そのため，信用できる情報がどうか確かめたり，検索には多大な時間がかかる．よく使用されるメソッドを和訳し図示することにより，従来より速やかにプログラムの作成ができると期待する．

2. グラフ理論

2.1 グラフの応用について

グラフとはノード（頂点）の集合，エッジ（枝）の集合で表される．グラフは様々なアルゴリズムへの応用がある．グラフには有向グラフや無向グラフ，連結グラフ，非連結グラフ，平面グラフなど様々なものがある．グラフ理論は様々な場所に応用されている．例えばダイクストラ法（Dijkstra's Algorithm）と呼ばれる最短経路を求めるアルゴリズムは，カーナビの短路検索・経路案内に利用されている．また，負の重み付き有向グラフにおける最短経路を求めるベルマン-フォード法（Bellman-Ford algorithm）は，RIP などに用いられている．

2.2 ミニマムスパニングツリー

ミニマムスパニングツリー（MST: Minimum Spanning Tree）とは最小全域木といい，重み付き連結グラフにおいて「辺の重みの総和が最小」となる全域木のことである．

ミニマムスパニングツリーを求めるアルゴリズムとしてプリム法（Prim's Algorithm）とクラスカル法（Kruskal's algorithm）がある．本研究では JUNG プログラミングの理解のため，クラスカル法でミニマムスパニングツリーを求めた．

2.3 クラスカル法でのミニマムスパニングツリー

クラスカル法は以下の手順を踏むアルゴリズムである．

ⅰ： ノード 1 個のみからなる木の集合 F を生成する
（グラフの各頂点が木に属するようにする）

ⅱ:グラフの全ての辺を集合 E として生成する

ⅲ:E の中より、重みが最小である辺（e とする）を取り出して削除する．そして辺 e とつながっている 2 つの頂点（u,v とする）が別々の木に属している場合は，辺 e を木の集合 F に加えて連結させひとつの木とする

ⅳ:ⅲの手順を全ての辺の集合 E が空集合になるまで続ける

ⅴ:最終的には木の集合 F が最小全域木となる

図 2 は無向重み付き連結グラフである．これをクラスカル法を用いて最小全域木を作ると図 3 のようになる．

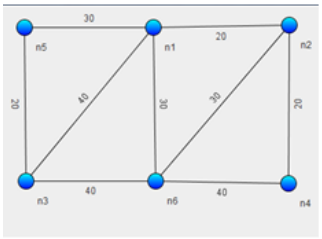


図 2　無向重み付き連結グラフ

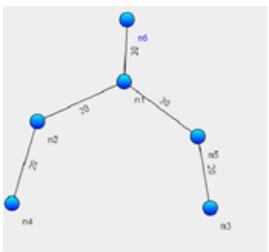


図 3　最小全域木

3 JUNG マニュアルの作成

3.1 マニュアル作成の背景と目的

JUNG の解説を行っている web サイトは過去には存在したが，JUNG2.0 にアップデートされた時にそのほとんどのウェブサイトが削除された．

本研究では図や例題を用いたマニュアルを作成し，初心者でも容易に JUNG を用いたプログラムができるようにする事を目的とする．

3.2 Interface Graph<V,E>

マニュアルではまず，基本形となる Interface Graph<V,E> のメソッドを解説する．これは２つのノード（頂点）の間のエッジ（枝）が一本であるものの事を指す．あらかじめ基本となる有向グラフと無向グラフを用意しておき，それをもとに解説を行う．

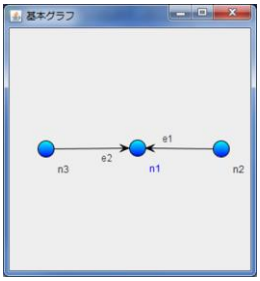


図 4　基本有向グラフ

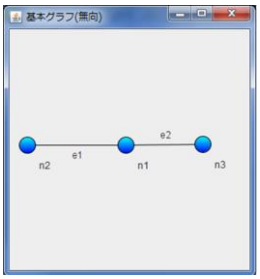


図 5　基本無向グラフ

メソッドの中には有向か無向か，さらに有向であった時は始点と終点の向きなどが重要になるので，それらを踏まえた解説を行う．

この項で解説するメソッドは Interface HyperGraph<V,E>（エッジ（枝）が任意個数のノード（頂点）と連結できるもの）と共有する．

3.3 EdgeShape

次にエッジ（枝）の形を決める EdgeShape について解説をする．EdgeShape は様々な形があり，図４や図５のような基本的な直線は Line（直線）である．他にも BentLine（辺の真ん中が折れ曲がった線）や Orthogonal（直行線）などがある．中でも QuadCurve（2 次曲線）は DirectedSparseMultigraph（有向多重グラフ）などに使用される．

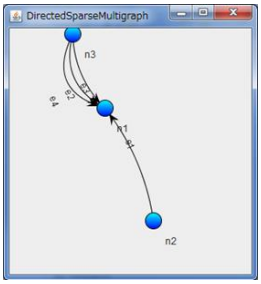


図 6　有向多重グラフ

3.3 NodeShape

指定しなければ，丸型であるノード（頂点）の形を変える．

今回示すのは横 30 縦 20 の長方形だが，縦横の大きさを揃えると正方形にもなる．

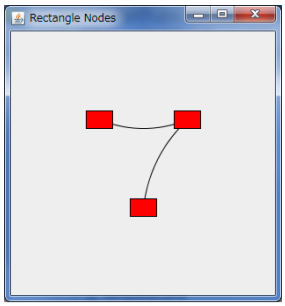


図 7　長方形のノードを持つグラフ

.4 Interface Layout<V,E>

プログラムしたグラフを表示させる，基本となるインターフェースである．ノード（頂点）の位置をロック，また１つずつ座標指定し、表示することなども可能とする．

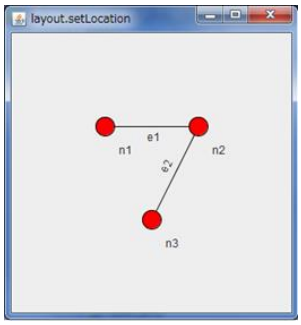


図 8　setLocation で座標指定したグラフ

4 研究結果と今後の課題

従来のものより分かりやすく，また見やすいマニュアルになった．しかしながら，本研究でマニュアルとして作成したのは JUNG のインターフェースの一部でしかない．今後の課題は，JUNG の仕様の理解を深めることによって，さらに充実したマニュアルの作成を続けることである．

参　考　文　献

[1] JUNG チュートリアル
http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~misue/open/tutorial/jung2/
[2] JUNG Java Universal Network/Graph Framework
http://jung.sourceforge.net/
[3] P.パチェコ 著, 秋葉博 訳: *MPI 並列プログラミング*, p.43 (培風館, 2001).
[4] K. Tanaka, H. Waki, Y. Ido, S. Akita, Y. Yoshida, T. Yoshida : *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **2** ,151 (1988).
[5] R. J. Gambino: Proc. Magneto-Optical Recording Int. Symp., Tokyo, 1991, *J Magn. Soc. Jpn.*, **15** (Suppl. No. S1), 1 (1991).
[6] G. Horikoshi: *J.Vac. Sci. Technol. A*, **5**, 2501 (1987).
[7] グラフ理論－ － 握手補題から結婚定理まで
http://www.st.keio.ac.jp/learning/1203.html

JUNG を用いたグラフアルゴリズムの実装
ー最小フィードバック頂点集合 ー

情報工学科 44 番　和田裕希，　指導教員　河合博之

An Implementation of Graph Algorithm
--- The Minimum Feedback Vertex Set ---

WADA Yuki

Abstract : The feedback vertex set S of graph G is a set of vertices S of G, whose removal induces an acyclic subgraph. In this paper, we show an algorithm for finding the Minimum Feedback Vertex Set(MFVS) of the generalized de Bruijn graph GB(n,d). We propose an algorithm to calculate the MFVS by repeating the process for removing the appropriate vertex from the graph of order n and d-regular. The purpose of this study is to implement an algorithm using JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) that is a library to deal with the graph structure in the java environment.

Key words : Graph theory, Generalized de Bruijn graph, Minimum Feedback Vertex Set, JUNG

1. はじめに

今日，グラフ理論は様々な分野において利用されており，その重要性は増すばかりである．特に，情報工学の分野においては，複雑化するネットワークの分析を効率よく行うために，グラフ理論の考え方は非常に有用である．本研究では，グラフの構造を視覚的に描画する java ライブラリ JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) を用いて，グラフ構造を解析する実験を行う．一般化 de Bruijn グラフに対して，その最小フィードバック頂点集合 (Minimum Feedback Vertex Set = MFVS) を求めるアルゴリズムを考察し，JUNG を用いて実装する．

2. グラフ理論について

グラフ (graph) とは，現実の様々な事象を数学的に取り扱うため，頂点 (vertex) と辺 (edge) によって図式化したものである．例として図 1 を示す．グラフは n1~n4 の各頂点とそれらを結ぶ有向辺で構成されていることが解る．それぞれの頂点は，現実でいう駅や端末を表し，その時辺は線路やネットワークを表している．このように，事象を簡略化し，その繋がりに注目して再編することをグラフ化という．主要なグラフの性質を挙げると，図 1.1 のような有向グラフ，図 1.2 のような無向で辺に重みが付いているグラフ等がある．これらのグラフに対して種々の操作を行い，性質や構造を探求する研究がグラフ理論である．

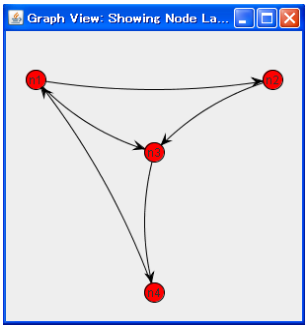


図 1.1

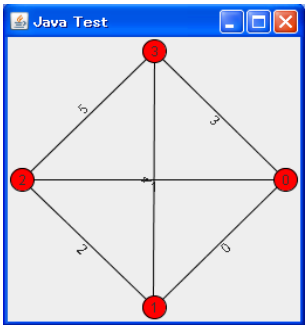


図 1.2

(JUNG によるグラフの一例)

3. JUNG について

JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) [2] は java 環境でグラフ構造の操作や表示を行えるオープンソースのライブラリである．グラフ構造を扱うための主要な関数が網羅されており，グラフやネットワークを対象とした複雑なプログラムの作成を容易にする．

4. 一般化 de Bruijn グラフ

一般化 de Bruijn グラフとは，与えられた頂点数 n と次数（各頂点から出発する辺の数）d から，グラフ得られ，その直径は $\lceil \log_d n \rceil$ で与えられる．グラフにおける直径とは，グラフ上の任意の 2 頂点間の距離（辺の数）の最大値を表す．定義は以下の通りである．図 2 に $Gb(10,2)$ を示す．

[定義] n, d を $n \geq d$ である正整数とする．一般化 de Bruijn グラフ $Gb(n,d)$ は，頂点集合として 0 から $n-1$ までの整数を持つ．頂点 v は $(d \times v + a) \bmod n$ を満たす他の頂点と隣接する．この a は $0 \leq a \leq d-1$ を満たす整数である．

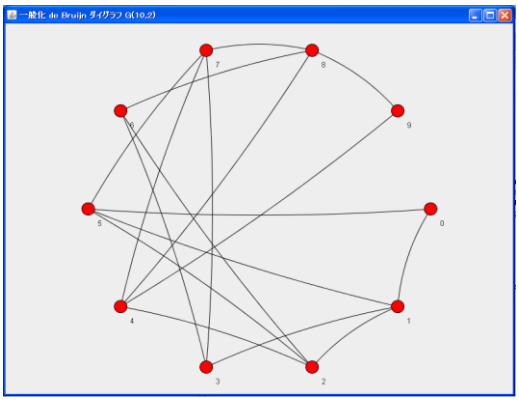


図 2　$Gb(10,2)$ の一般化 de Bruijn グラフ

5. 一般化 Kautz グラフ

本研究の目的は，一般化 de Bruijn グラフに対してその最小フィードバック頂点集合を求めるアルゴリズムの考察であ

るが，そのアルゴリズムが正確に動作しているかを確認するため，一般化 Kautz グラフに対してもアルゴリズムを適用する．Kautz グラフは de Bruijn グラフと定義や性質が類似しており，次の定義から得られる．図３は$Gk(10,2)$である．

［定義］n,d を $n \geq d$ である正整数とする．一般化 Kautz グラフ$Gk(n,d)$は，頂点集合として０から$n-1$までの整数を持つ．ある頂点vは $(-d \times v - b + d \times n) \bmod n$ を満たす他の頂点と隣接する．このbは $1 \leq b \leq d$ を満たす整数である．

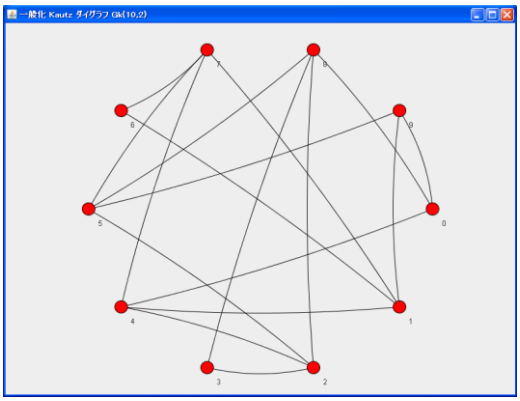


図３　$Gk(10,2)$の一般化 Kautz グラフ

6.　最小フィードバック頂点集合（MFVS）

グラフGのフィードバック頂点集合Sとは，GからSを除くと，グラフから閉路（サイクル）が無くなるような頂点集合である．グラフ上のある点から別の点へ辿るために通る辺の経路を路（パス）と呼び，始点と終点が同じになる様な路が存在するとき，それを閉路と呼ぶ（ただし，路は同じ頂点を２度通ってはならない．）．MFVS は，グラフから閉路が無くなるよう，必要最小限取り除いた頂点の集まりである．そして，グラフの最小フィードバック頂点集合を求めることは，デッドロックの回避や論理回路の遅延を減らす方法として用いられる．グラフから MFVS を除く方法では，最低限の頂点を取り除くため，元のグラフの構造をほぼ変えずに，問題を取り除くことが出来る．

7.　実験概要

7.1　開発環境

OS	：	Microsoft Windows XP SP3
開発言語	：	java
開発環境	：	ADT（Android Developer Tools）v 22.0.1

7.2　プログラム概要

本実験では，任意に定めた頂点数nと次数dで生成した一般化 de Bruijn グラフ$Gb(n,d)$から，適当な頂点を取り除く処理を繰り返すことで MFVS を求める．グラフ全体を走査し，適当な頂点を発見，その頂点と接続する辺をすべて除いていき，最終的なグラフと MFVS を得る．

7.3　MFVS 探索アルゴリズム

今回考案したアルゴリズムでは，グラフ中の最大次数を持つ頂点から削除していき，閉路を取り除く方法を採用した．無向グラフの場合，それぞれのエッジの向きを考慮する必要がないので，接続しているエッジの本数が多い頂点を削除することで，閉路を構成するエッジを消すことが出来ると考えた．ここでは図４を例としてアルゴリズムを示す．

$$G = \{V, E\}$$
$$V = \{n1, n2, n3, n4, n5\}$$
$$E = \{n1n2, n1n3, n1n4, n2n4, n2n5, n3n4, n4n5\}$$

（Gはグラフ，Vは頂点集合，Eは辺集合）

①　グラフから最大次数の頂点を探す．ここでは$n4$が最大．
②　$n4$を MFVS にセットする．
③　$n4$とそれに接続しているすべてのエッジを削除する．
④　グラフに閉路が含まれているか調べる．無ければ終了．
⑤　閉路が無くなるまで①～④を繰り返す．

以上の操作によって，MFVS を取り除いたグラフが図５である．閉路はなくなっており，$n4$とそのエッジ以外の構造はそのまま保たれていることが分かる．最終的な MFVS は{4}．このように，無向グラフの MFVS はこのアルゴリズムによって求めることが出来る．しかし，有向グラフである場合は，辺の向きによって次数が変わってしまうので，この方法では MFVS を求めることが出来ないので他のアルゴリズムを考える必要がある．

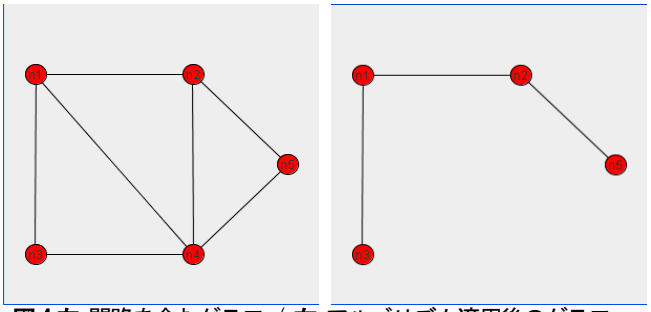


図４左 閉路を含むグラフ ／ 右 アルゴリズム適用後のグラフ

8.　今後の課題

現在，考案したアルゴリズムの実装に取り組んでいるが，完成には至っていないため，先ずは完成を目指す．完成後は，一般化 de Bruijn グラフ，一般化 Kautz グラフ以外のグラフにもアルゴリズムを適用し，得られた結果が最適かどうか調査し，プログラムの精度を確かめたい．

9.　参考文献

[1] JUNG2.0 チュートリアル
http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~misue/open/tutorial/jung2/index.html
[2] JUNG - Java Universal Network/Graph Framework
http://jung.sourceforge.net/
[3] jung2 2.0 API
http://jung.sourceforge.net/doc/api
[4] B・ボロバッシュ，斎藤伸自・西関隆夫共訳，グラフ理論入門（培風館，1983）．
[5] 田中 勇樹，山本 龍彦，河合 博之，柴田 幸夫：*2 進一般化 de Bruijn グラフのフィードバック頂点集合*，電子情報通信学会論文誌 A Vol. J89-A No.6, pp. 514-522, 2006.

刻 ”楽” 勉 励

ー 漢字の読みを学習できるアプリケーション ー

情報工学科　03 番　和泉　遥，　指導教員　高橋直樹

Let's Enjoy Studying !

--- Application software which can learn reading of kanji ---

IZUMI Haruka

Abstract : ln recent years, there is a tendency for people to be devoted to a game and to neglect study. The purpose of this study is to use a game and to raise their greediness for learning. For this purpose, I utilized people's characteristic which is devoted to playing a game than studying. I would like to create game which can do study of kanji. In addition, I think that there is the continuation effect if there are enemy and items. The goal of a game is set up by adding an element like a tale and a challenge. Therefore, the genre of the game to create was determined as computer RPG. At the moment, a human model moves by a cursor key and when it goes to a specific place, a map will change. To achieve perfection, it needs further element, for example cities, dungeons and characters. This game doesn't need particular editor when we make data. If there is a text editor, we can add data, for example map and question, at any time. We can change questions into various genre, for example English and quiz.

Key words : Computer RPG, game, reading of kanji, editor

1. はじめに

近年、様々な種類のゲームが登場し、人々はゲームで遊ぶことに夢中になっている．特に小学校から大学までの学生たちはゲームにばかり没頭し、勉強を怠ってしまう傾向がある．本研究の目的は、ゲームを用いて人々の学習意欲を向上させることである．そのために、勉強することよりもゲームをすることに没頭するという人々の性質を利用し、誰もが楽しみながら勉強できるゲームを作成することにした．

2. 概要

2.1 ゲームのジャンル

今回作成するゲームのジャンルはコンピュータ RPG（ロールプレイングゲーム）とした． RPG とは、物語に沿って与えられる課題・試練を乗り越え、クリアを目指すゲームである．物語を完結させるという明確な目標を定めることで、プレイヤーのやる気を引き出そうと考えた．また、敵やアイテムが出現したり、イベントが発生したりすることで、プレイヤーが飽きずに続けられるのではないかと考え、コンピュータ RPG を作成することに決定した．

2.2 ゲームの内容

本ゲームは、主人公キャラクターが世界を冒険したり、ダンジョンを攻略してアイテムを探し出したりするという内容になっている．また、出題される問題を解き、敵キャラクターを倒しながらゲームクリアを目指していく． ゲーム内の目標は、各ダンジョンに存在するボスを倒すことであり、ラストダンジョンに待ち構えているボスを倒すとゲームクリアとなる．

2.3 問題

問題は、主人公キャラクターがフィールド上で遭遇する敵キャラクターにより出題され、この問題に答える行為自体が戦闘行為の代わりとなる．

出題された問題に対して、答えが正しければ相手にダメージを与えることができる．しかし、答えが間違えていると自分がダメージを負ってしまう．先にライフポイントがゼロになってしまったキャラクターが負けとなる．

出題される問題は、漢字の読みである．しかし、それだけではプレイヤーの意欲が沸きづらいと考え、常用漢字や難読漢字など、漢字検定に出題される漢字を中心に問題を作成することにした．解答は、テキストボックスにキーボードで漢字の読みを入力する．

2.4 ゲームの仕様

動作環境はＰＣとする．ＪａｖａアプリケーションはＯＳに依存せず、キーボードやマウスなどの設定に気を付ければどのＰＣからでも動作させることができる．見た目は２ＤベースのシンプルなＲＰＧとなっている。画面サイズは 320×240 ピクセル、マップ１マスのサイズは 32×32 ピクセルとした．

ゲーム画面を構成する画像（マップチップ、キャラクターチップなど）は、自分で作成することは難しいと判断し、時間削減のためにフリー素材を活用した．

3. 実装前の準備

オリジナリティーのあるゲームを作成するために、既に存在しているゲームを調査した．その結果、以下のようなゲームが存在した．

・難読漢字の読みを答える（時間制限あり）．
・小学生向けの漢字の読みを答えてライバルを倒す．

調査結果をもとに、仕様やゲーム内で起こるイベントが重複してしまわないよう考察した．

次に、ゲームを動作させる際、 Java アプリケーションと Java アプレットのどちらで動作させるかを考察した．それぞれの特徴を調査・比較し、実際にサンプルプログラムを動かしてみた結果、本研究で作成するソフトは Java アプリケーションを用いて動作させることに決定した．主な理由は、Ｊａｖａアプリケーションは Web ブラウザを必要としないからである．

4. 実現できたこと

現時点では、主人公キャラクターをカーソルキーで上下左右に動かすことができる．基本となるゲーム画面を図１に示す．そして特定の場所に移動するとマップが別のマップに切り替わる．黒い幕（黒い矩形）を昇降することで、画面の切り替わりを表現した．

マップはチップ毎にナンバーを割り当て、テキストで作成したマップデータを読み込むという方式をとった．これによりプログラムが長くなることを避け、かつ修正なども簡単にできるようになるというメリットが生まれる．Ｚキーを押すことでマップ上にいるキャラクターと会話をすることができるようになった．会話している状態のゲーム画面を図２に示す．

5. 実現できなかったこと

仕様では、プレイヤーが直接キーボードでテキストボックスに解答を入力するとしたが、戦闘画面の作成に移ることはできなかった．現時点では会話の中で出題する形になっている．出題されている状態の画面を図３に示す．また、ゲーム内では様々なイベントを発生させたり、ダンジョンやボスキャラなどを出現させたりする予定であったが、他の部分に時間がかかり、作成することができなかった．

6. データの作成時の特徴

特別なエディタを必要とせず、テキストエディタさえあればマップや会話文、問題を随時好きなように追加することができる．漢字のみでなく、英語やクイズなど様々なジャンルに対応できる．

7. 今後の課題

RPG としてゲームを完成させるためには、街やダンジョン、キャラクターなど様々な要素を追加していく必要がある．他にも、ストーリーやイベントなどの世界観を熟考し、プレイヤーに楽しんでもらえるゲームにしていきたい．問題の種類を豊富にすることで、漢字検定ののみでなく、他の教科・検定の学習にも役立つようなゲームを開発していきたい．ゲームに対する世間の厳しい評価を少しでもプラスにできたらと思う．

参　考　文　献

[1] 丸の内とら著：　10 日でおぼえる　Java　入門教室.
[2] はるキッチン　Java　で　RPG　を作ろう！
：　http://www.harukichen.com/rpg_programming/ .
[3]Java の道　：　http://www.javaroad.jp/index.htm .

図 1　ゲーム画面

図 2　会話している画面

図 3　出題されている画面

ＬＤＡＰを用いた認証サーバの構築

情報工学科　24番　新谷洸士，　指導教員　高橋直樹

Authentication server using the LDAP

SHINYA Takeshi

Abstract : The user authentication and password management is very important in modern computer networks. The purpose of this study is to construct an authentication server using the LDAP. There are many user authentication service, "NIS", "LDAP", "Active Directory" etc., I chose "OpenLDAP" in LDAP. OpenLDAP is open source implement of the LDAP, it runs on many OS's as well as Linux, Mac OS, Microsoft Windows. If you want to login "Microsoft Windows Network", you must authorise by "Micosoft Active Directory Server". OepnLDAP will provide the functions equivalent to MS-Server. I tried to construct LDAP server, it is difficult to understand to describe configurations. I construct LDAP server successfully, and server had communicated to client. Unfortunately, client configuration is uncompleted, the user authentication using LDAP on client is no-accessable.

Key words : Authentication server, OpenLDAP

1. 目的

１つのネットワーク上に複数台のＰＣを設置していることは珍しくない．ユーザは使う際，使用するＰＣに登録しているパスワードとＩＤを入力し，ログインするというのが一般的である．パスワードとＩＤをサーバに記憶させることにより，ユーザはＰＣに依らず利用できるようになる．更にＰＣにトラブルが起きた際，ＰＣを交換するだけで現状を回復することが出来る．今回はパスワードとＩＤを管理する認証サーバを構築する．

2. システム概要

今回はセキュリティ面で信頼のあるＬＤＡＰを用いて構築する．クライアントＰＣ１台，サーバ１台，ルータ１台を使用する．

開発環境は以下の表の通りである．

表１ Server

OS	Debian7.3 (wheezy) 32-bit
LDAP	OpenLDAP 2.4.36

表２ Client

OS	Debian7.3(wheezy) 32-bit

3. ネットワーク構成図

研究室内ＬＡＮや他ユーザに影響を与えないよう配慮し、図１のようなネットワーク構成とした．研究室内ＬＡＮにはルータを介して接続し、本実験に関する通信はＭＺ（ルータ下層）内に限定することとした．

4.LDAP について

LDAP:Lightweight Directory Access Protocol

ネットワーク機器やユーザーなどの情報を管理する

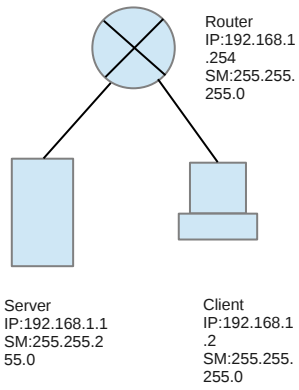


図１　ネットワーク構成図

ディレクトリサービスへ接続するためのプロトコルでありＩＴＵ－Ｔ勧告のＸ．５００ディレクトリサービスをベースに開発された．ディレクトリサービスとはネットワークに存在するさまざまな情報を一元的に管理し，検索などの機能を提供するサービスである．これを利用することで，サーバにパスワードとＩＤを記憶させることで，ネットワーク上のＰＣを同じパスワードとＩＤで使用出来るようになる．

5. 研究結果

5.1 調査方法

今回の研究では多くの失敗を繰り返した．その度エラーの原因を調査した．最初に調べた場所はログである．ログをチェックすることでエラー文の詳細を読むことができる．また，時間の経過も書いてあるため，どのタイミングで何が悪いのかわかる．ログの例を図２に示す．これとは別に，クライアント＝サーバ間の通信を監視した．どのようなパケットがどのようなタイミングでどことどこの間で交換されているかを把握し、ユーザ認証に失敗する原因を追求した．

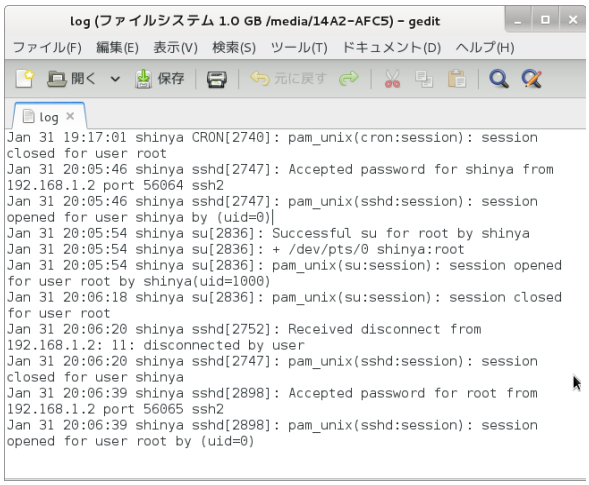


図２ auth.logの一部

5.2 失敗例

失敗例は以下の通りである．

(1) 設定ファイル

・設定ファイルに行間を設けた

・区切りの部分の行間を削除してしまった

・設定事項、意味、属性を全く理解していなかった

・ネットワーク名がサーバクライアント間で違った

・ＵＲＩの設定を理解していなかった

・各種コマンドのオプションを理解していなかった

・クライアントとサーバの設定を間違えてしまった

・エラーメッセージやログをよく見ていない

ＬＤＡＰの設定に使用されるファイルにおいて、改行はかなり重要である．しかし，改行の重要性を知らず，見栄えなどを考慮して改行をしたためエラーを起こしてしまった．この後の修正では，改行を全て削除してしまい，再度エラーを出た．今回は文献 [1] を参考に進めたが、文献にある設定内容をそのまま引用したため属性が何を示していて，自分の環境ではどのように設定するべきなのかわかっていなかった．属性が自分の環境に合っておらずエラーになった．

(2) コマンドオプション

コマンドを入力し，実行するということを繰り返していたが，コマンドに必要なオプションを理解しておらず，動くべきものが動かなかったり，動いてはいけないものが動いてしまったりした．例えばｌｄａｐａｄｄコマンドにおける　－ｃというオプションがある．このコマンドはエラーが起きても続行しろというオプションである．オプションの意味をを知らずに実行し成功していると勘違いをしてしまい，別の箇所でエラーが起きてしまった．

(3) 誤操作

クライアントの設定内容をサーバに誤って書き込んでしまい，サーバの設定を書き換えることができなくなりＯＳを再インストールすることになった．

(4) その他

クライアント＝サーバ間の通信を確認した後、クライアント側の認証方法を変更したところ、すべてのユーザがログインできなくなった ．本研究に関する記録をクライアントＰＣ内に保存していたため、筆者自身がこれらにアクセスできなくなり、大変困った状態となっている．

5.3 実現したこと

実現した内容は以下の通りである．

・サーバ

ＬＤＡＰに関する基本設定

ＬＤＡＰで認証するユーザを追加

ＬＤＡＰで認証するユーザの情報を確認

（ｌｄａｐｕｓｅｒコマンド）

・クライアント

ＬＤＡＰで認証するユーザの情報を確認

（ｌｄａｐｕｓｅｒコマンド）

クライアント側認証方式を変更

（ ＰＡＭ，ＮＳＳの導入，設定　）

ｌｄａｐｕｓｅｒというユーザを追加した．現在１つしか追加していないが，今後は同様の方法を行うことで２つ目，３つ目と追加でき，グループ分けなども行うことができる．ＰＡＭＮＳＳを導入したことによりサーバとクライアントで通信を行うことができるようになった．図３の方法で通信する．

5.3 今後実現したいこと

現在はサーバを指定すると情報が見れるようになっており，通信できているが，ｉｄコマンドでユーザを確認できていないため，ＮＳＳの設定を中心に見直し改善する．最終的にはｓｓｈを利用し，ｌｄａｐｕｓｅｒをログインできるようにし，認証サーバとしての機能を果たせるようにする．

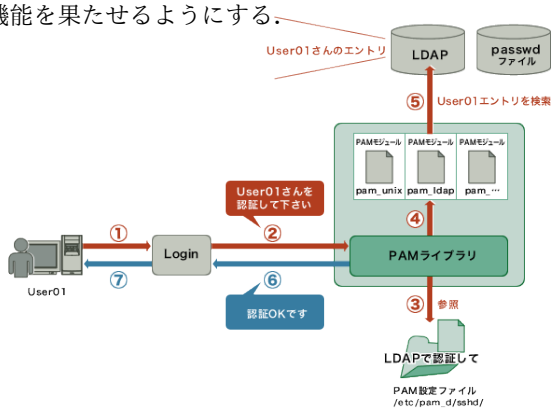


図３　PAM と LDAPの通信内容

参　考　文　献

[1] http://d.hatena.ne.jp/tyru/20110725/ldap

[2] http://www.sendai.kopas.co.jp/METAL/PUBS/omission.html

組み込みシステムによるブラシレスDCモータの制御

工学科情報工学科　　28 番　辻広 大和，　指導教員　高橋直樹

Brushless DC motor control by embedded system

TUJIHIRO Yamato

Abstract : In composite region with computer , electronics and machine engineering , it is important to understand DC brushless motor. The DC-brushless-motors spread in many industries and are used on machines and factories. A purpose of this study is to make simple DC-brushless-motor and control it by computer. DC-brushless-motor are different DC-motor at all for example structure , principle , controlmethod , etc.. I made a DC-brushless-motor which is consisting of bipole motor. As a result , Icould rotate 60 degrees steps with a hand-operated-switch. Next step of this study is to rotate this motor using power-devices(MOS-FET) instead of hand-operated-switch. To use power-devices , I must study some electric circuit and describe program for microcontroller. IN the future , I would like construct motor control system which is controlled from phone and PC.

Key words : DC-brushless-motor , embedded system , power-devices

1. 目的

ＤＣモータは使用方法が簡単で，電流を加えると回転するという単純な構造である．
ブラシレスＤＣモータはモータの回転をスイッチで制御しているため，回転速度とトルクを別々に制御することが可能である．
今回の研究では回転速度やトルクなどを精密に制御しなければならない機器のためのモータを作成する．

2. DC モータとブラシレス　DC モータ

2.1 DCモータ

ブラシがあることによって自動で磁極を反転させることができ，その際に発生した磁力の反発力と吸引力を利用して回転させる．よって電流を強くすると速い速度と強いトルクが得られ，逆に電流を弱くするとゆっくりした速度と弱いトルクが得られる．しかしブラシと回転子の物理的に接する場所があるため劣化しやすくブラシの交換が必要になる．

2.2 ブラシレス　DC モータ

ＤＣモータと違い，ブラシがない代わりに回転子をスイッチによって制御するモータである．磁極をスイッチで反転させて発生する磁力の反発力と吸引力を利用して回転させる．また，ブラシがないため劣化してしまう部分が少なく長期間使用することができる．
ブラシレスＤＣモータの構造を図１に示す．

表 1　DC モータとブラシレス　DC モータの比較

項目	DC モータ	ブラシレス DC モータ
回転速度	電流の強弱	スイッチの切替
トルク	電流の強弱	電流の強弱
磁極の切替	ブラシの接点	スイッチ
寿命	短い ブラシが劣化	長い ブラシがない

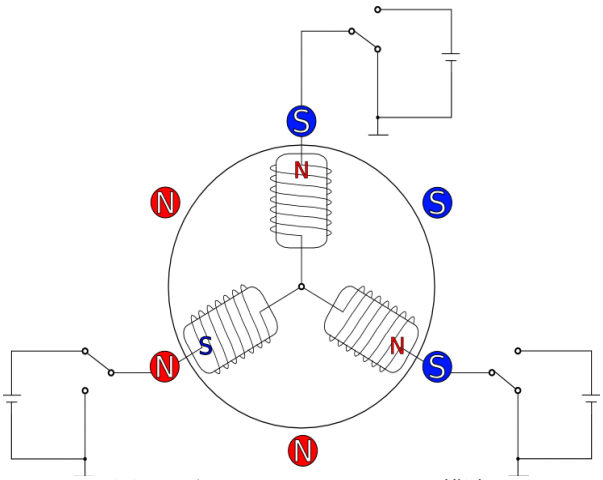


図 1 ブラシレス DC モータの構造

2.3 DCモータとブラシレス　DC モータの比較

ＤＣモータとブラシレスＤＣモータの比較を表１に示す．ＤＣモータは電流の強弱によって回転速度とトルクが同時に制御されてしまうが，ブラシレスＤＣモータは別々に制御できる．ＤＣモータはブラシが劣化するため寿命が短いがブラシレスＤＣモータは劣化する部分が少なく，寿命が長い．

3. 研究の結果

3.1 ブレシレス　DC モータの製作

ステンレス製のボビンに銅線を巻き，モータ内部のコイルを製作した．しかし巻き線作業の時に，絶縁塗装を剥がしてしまい半数のコイルを短絡させてしまった．コイルを短絡させてしまったことを考慮して気をつけて巻きなおした．

回転子に使用したネオジム磁石が強かったので金属製のボビンが磁化してしまい回転しなかった．よってプラスチック製のボビンに巻き直すことで回転させることができた．コイルを配置したステータを図４に示す．機械的スイッチを手動で押すとモータが回転したスイッチを逆順で押すと逆回転した．ネオジム磁石を配置したロータを図５に示す．

3.2 マイクロコントローラの利用

手動のスイッチを自動化するためにマイクロコントローラＰＩＣ１６Ｆ６４８Ａを使用することにした．モータを回転させるためにスイッチを順に切り替えていた．同等の動作をさせるために　リングカウンタを製作した．動作確認のために３つのＬＥＤを配置した．配線した回路を図３に示す．

3.3 制御回路の製作

スイッチのかわりにパワーデバイスを使用する．マイクロコントローラがパワーデバイスを制御しモータが回転した．制御回路の回路図を図２に示す．モータを回転させてみると回転がぎこちなかった．電圧が長い時間かかっていると強いトルクで，一気に回転してしまうためだと考えられる。なめらかに回転するためには短時間で何度も電圧をかける必要がある．するとモータが少しずつ回転し，なめらかな回転になる。

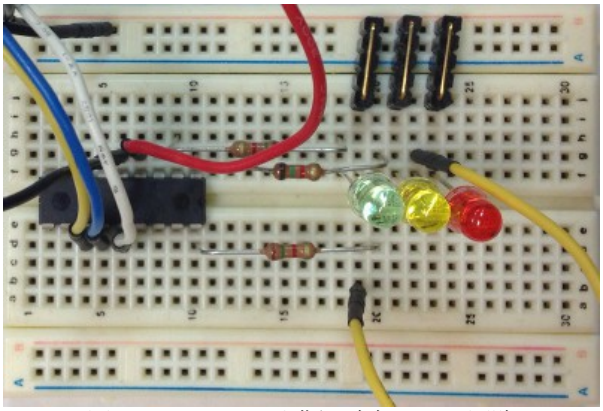


図 3 3つの LED を順に点灯させる回路

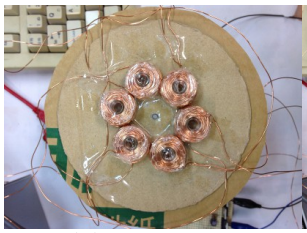


図 4 ステータ

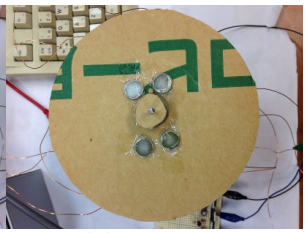


図 5 ロータ

4. 成果と今後の課題

ブラシレスＤＣモータを一から製作し回転させることができた。将来的には回転数とトルクを精密に制御したい。そしてｉｐｈｏｎｅを使用しＲＳ２３２Ｃで通信し制御することが今後の課題である。

5. 参考文献

[1] 篠田庄司 監修，和泉勲 編著 ：わかりやすい電子回路

[2] 摺本好作 著：作って遊ぼう！モーターを使った工作集

[3] トランジスタ技術２００５年１２月号：モータの基礎と実用制御回路設計

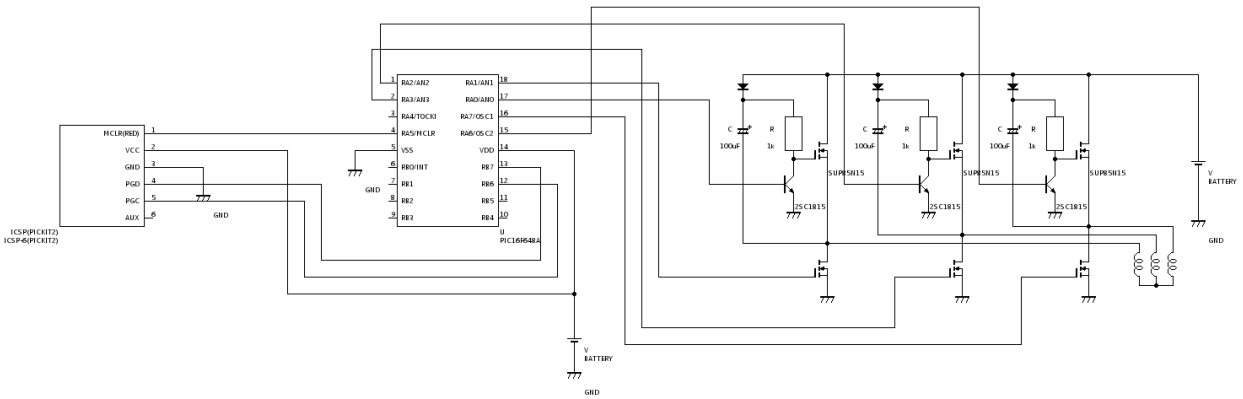


図 2 制御回路の回路図

イメージマッチングを用いた古銭判読

情報工学科　37 番　巳扇基暉，　指導教員　高橋直樹

Identification Ancient Coin using Image Matching Method

MIOGI Motoki

Abstract : So far excavated coins has been identified in comparison with a catalogue by person taking much time. The purpose of this study is to develop a software (called MatchAnco) that can identify ancient coins using image matching method by image-processing. In this study, we described MatchAnco by Java language. Because Java language is major and supports many OS's. For high level image-processing, we use OpenCV library. As a result, for higher-speed image matching, we proposed a new algorithm. In the future we will apply MatchAnco to the equipments such as “Android” tablets.

Key words : ancient coins, identify, image-processing

1. 目的

従来，発掘された古銭は人の手によって判読されてきた．その方法は古銭の拓本をとり，記されている文字を一つ一つ読み取り，カタログと比較する．しかしこの方法だと一枚一枚に時間と手間が掛かる．この研究の目的は，イメージマッチングを用いて古銭を判読するソフトウェア（ＭａｔｃｈＡｎｃｏ）を作成することである．

2. 古銭

2.1 古銭について

出土する古銭には様々な時代の物があるが，この研究では中世の遺跡から発掘される古銭を対象としている．中世の日本国内では銭は作られず，すべて中国から輸入されたものであった．図１はオニキシベ遺跡（北海道勇払郡厚真町）で発掘された中世古銭である．

図 1 オニキシベ遺跡で発掘された中世古銭

2.2 資料について

中世の中国では、古銭を作るごとに詳細な資料を残していた．その資料を分類図版として参考にすることで，新たに発見した古銭を分類特定出来る．図２は資料 [1] に載っている拓本の一例である．

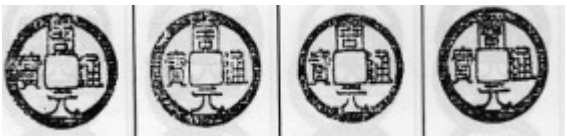


図 2 資料に載っている拓本の一例

3. イメージマッチングの手法

判読したい古銭の画像とデータベースにある拓本画像を比較する．単純に重ねる方法では，古銭の円の角度がズレていたときに回転させる処理に時間がかかってしまう．そこで図３のように円の中心を軸に開くことで，円を長方形に変換する．そして図４のように重ねていくことで単純に重ねる方法よりも処理時間が短くなる新たな手法を採る．

図 3 円の長方形変換

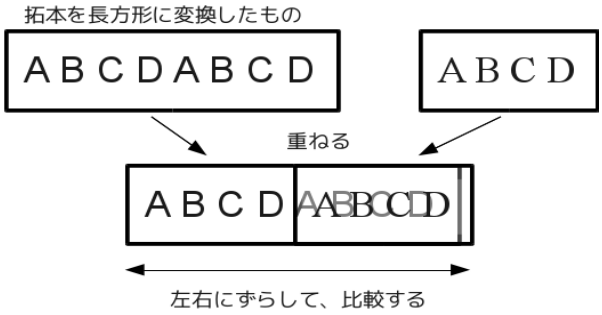


図 4 画像の比較

4. 開発環境

以下の環境のＰＣで開発を行った．

OS	Debian Linux 7.3
開発言語	Java 言語
ライブラリ	OpenCV-2.4.6.1
コンパイラ	open-jdk6
統合開発環境	Eclipse 3.8

5. 実験結果

実験の結果，新たな手法のイメージマッチングを行うための画像テンプレートの作成ができた．

古銭を資料の拓本 [1] と比較する際，ひとつひとつの拓本を読み込まなければならない．しかし画像テンプレートとしている拓本は，図２のように何枚かごとに連結していて，画像テンプレートとして利用できる状態ではなかったので図５に示す画像処理を行った．まず拓本の画像を二値化し，拓本の黒い縦線の位置で画像をそれぞれ分割するように処理した．その後，それぞれの画像から円の中心とその座標の値を検出し，その値から円を長方形に変換して２枚繋げて出力した．以上の処理によって，より高速にイメージマッチングを行える状態の画像テンプレートとなった．

画像テンプレート作成以外のところでは，イメージマッチングの作成があるが，こちらはまだ未完成である．現在のところ，画像テンプレートと比較して一致度と共にいくつかの正解候補を出力するところまで完成している．古銭を９０度回転させた画像と適当に選択したテンプレートで実行した結果を図６に示す．

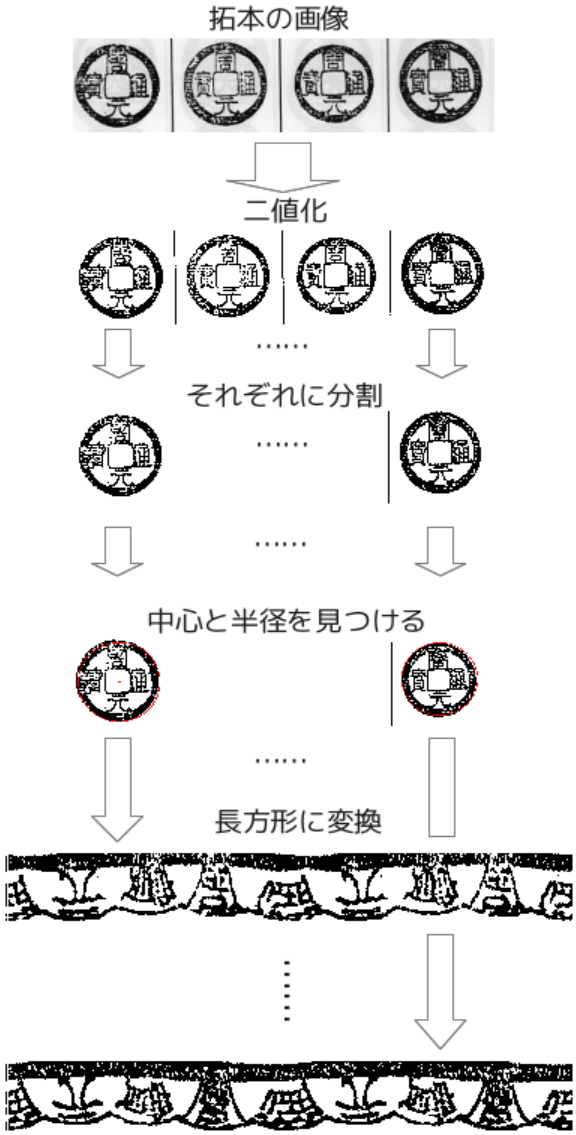


図 5 画像処理の流れ

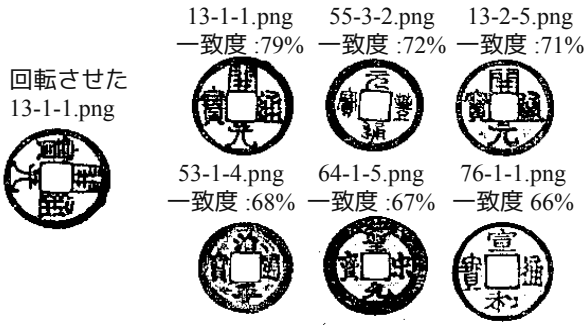


図 6 イメージマッチング結果

6. 既知の問題

・古銭が回転していた場合としていなかった場合で中心に違いがある
・イメージマッチングする際に一枚のテンプレート画像に対する処理時間（約２５秒）が長すぎる
・正解候補がファイル名のみ出力されていて実際の古銭の名前などはわからない

7. 今後の課題

既知の問題を改善し，ソフトウェアＭａｔｃｈＡｎｃｏを完成させたいと思う．また将来的にはアンドロイドタブレットなどの機器にも応用していきたい．

参 考 文 献

[1] 永井久美男 ，中世出土銭の分類図版 （ 高志書院 ,2002).
[2] 柴田望洋 ，明解 Java 入門編 (SoftBankCreative,2007).
[3] 大村忠史 / 池田成樹 ,JavaGUI プログラミング Java SE 6 volI (カットシステム ,2007).

UML を用いた組込みソフトウェア開発

情報工学科 2 番　石原司，　指導教員　太刀川寛

Development of Embedded Software Using UML

ISHIHARA Tsukasa

Abstract : In the embedded software, the object oriented programming isn't adopted so much. But it is known that productivity and maintainability of the software will improve by using the object oriented design, so it'll be demanded that the software is developed by the object oriented language like C++ in future. In addition, the development of embedded software that has limitation of time, the Real-time OS is desirable to be used because that OS is specialized in management of time resource and prediction of running time. In this study, we investigated and considered by performing the object oriented design using UML and developing embedded software that runs on Real-time OS: the techniques for the object oriented programming designed by UML on C language, the problems of implementing C++ language project and programming for Real-time OS.
Key words : UML , Embedded software , real-time OS , object oriented programming

1. はじめに

組込みソフトウェアではオブジェクト指向開発はあまり採用されていない。しかし、オブジェクト指向開発を行うことで、ソフトウェアの生産性・保守性が高められることは知られているので、今後は C++言語のようなオブジェクト指向言語での開発が求められる。また、時間的な制約の多い組込みソフトウェアの開発では、時間資源の管理や実行時間の予測に特化したリアルタイム OS を用いることが望ましい。

本研究では、UML を取り入れたオブジェクト指向設計により、リアルタイム OS で動作する組込みソフトウェアの開発を行った。それによって、UML によるオブジェクト指向設計を C 言語で実現する際の技法と問題点 、C++言語で実装するための問題点 、リアルタイム OS 向けにプログラミングする際の問題点を洗い出し、それらについての考察を行った。

2. 研究概要

本研究では、UML を用いて、オブジェクト指向に基づいた観点からソフトウェアの設計を行った。要件定義にはユースケース図、機能の分析にはクラス図・ステートマシン図・コミュニケーション図、そしてコーディングの補助線となるシーケンス図を作成し、これらをもとにして開発を進めた。

開発するソフトウェアは住宅のセキュリティシステムを題材とし、実装の対象はリアルタイム OS の T-Kernel とした。最終的な目標は C++言語での実装だが、T-Kernel でのプログラミングには C 言語がよく使われるので、まずは C 言語、続いて C++言語という順で開発に取り組んだ。C 言語ではオブジェクト指向を実現する技法、C++言語では T-Kernel との相性について調べながら、UML 図に基づいてソフトウェアを開発した。

3. 設計内容

3.1 要求モデリング

開発するソフトウェアが実装する機能を決定づける工程である。火災報知器などの各種外部機器に対応した異常発生の検知、ユーザへの通知、住宅の状態の閲覧、電気錠の施錠といった機能が実装されるべきだという結果となった。

3.2 分析モデリング

クラスの選定と属性・機能の割り出し、各クラス間の相互作用について分析する。操作用 UI クラス、システム状態クラス、ユーザへの通知情報クラス、外部機器制御クラス、各種外部機器を表すクラスなどを設けることとした。相互作用については、外部機器制御クラスが各種外部機器の状態を保持し、システムの稼働状態はシステム状態クラスから参照する関係とした。

3.3 設計モデリング

クラス図のコンパイル可能なモデルへの変換や時系列に沿った処理の流れの記述など、実装をベースとしてモデリングする。図 1 に詳細クラス図を示す。

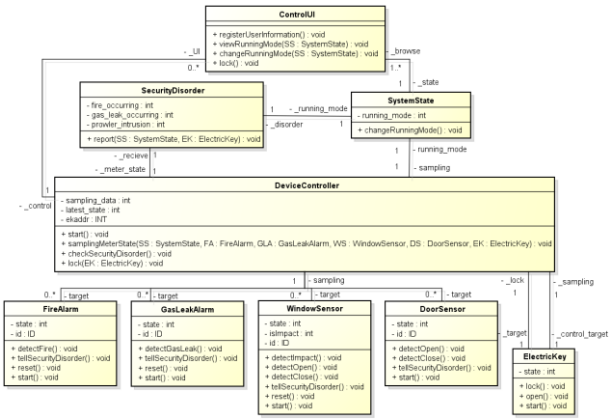

ControlUI
+ registerUserInformation() : void
+ viewRunningMode(SS : SystemState) : void
+ changeRunningMode(SS : SystemState) : void
+ lock() : void
SecurityDisorder
- fire_occurring : int
- gas_leak_occurring : int
- prowler_intrusion : int
+ report(SS : SystemState, EK : ElectricKey) : void
SystemState
- running_mode : int
+ changeRunningMode() : void
DeviceController
- sampling_data : int
- latest_state : int
- eladdr : INT
+ start() : void
+ samplingMeterState(SS : SystemState, FA : FireAlarm, GLA : GasLeakAlarm, WS : WindowSensor, DS : DoorSensor, EK : ElectricKey) : void
+ checkSecurityDisorder() : void
+ lock(EK : ElectricKey) : void
FireAlarm
- state : int
- id : ID
+ detectFire() : void
+ tellSecurityDisorder() : void
+ reset() : void
+ start() : void
GasLeakAlarm
- state : int
- id : ID
+ detectGasLeak() : void
+ tellSecurityDisorder() : void
+ reset() : void
+ start() : void
WindowSensor
- state : int
- isImpact : int
- id : ID
+ detectImpact() : void
+ detectOpen() : void
+ detectClose() : void
+ tellSecurityDisorder() : void
+ reset() : void
+ start() : void
DoorSensor
- state : int
- id : ID
+ detectOpen() : void
+ detectClose() : void
+ tellSecurityDisorder() : void
+ start() : void
ElectricKey
- state : int
+ lock() : void
+ open() : void
+ start() : void

図 1　詳細クラス図

4. プログラミング

4.1 C 言語でのオブジェクト指向の実現

クラスの持つ属性は、同名の構造体を作成し、そのメンバ変数として表現する。可視性は C 言語の仕様から全

て public となる。操作は関数として定義するが、「どのクラスの操作なのか」を明示するために、操作名の前にクラス名を付加し、第一引数にはそのクラスを表す構造体のポインタを割り当てる。インスタンスの生成は malloc でのメモリ確保で表現し、関数として定義したコンストラクタを呼び出す。インスタンス削除の際はデストラクタを呼び出し（デストラクタ内でメモリ開放を行う）、削除を明示する。その他、多重度の記述、継承の表現等についても考慮した。

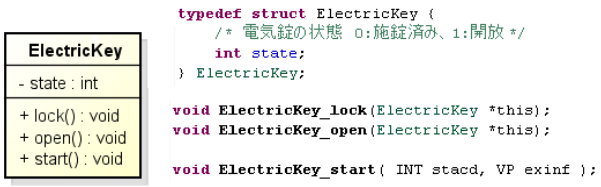


図 2 クラスの属性と操作の表現

4.2 C++言語コードへの変換

C++言語ではクラスの仕組みがサポートされているので、C 言語で構造体と関数で実現していたクラスをそのまま表現することが可能となる。コード移植の際は、属性と操作をクラスとしてまとめ、操作の引数から構造体ポインタの除外、操作を関数呼び出しからクラスのメソッド呼び出しの形に変更すればよい。

4.3 リアルタイム OS での実装

リアルタイム OS は、プログラムを複数タスクに分割して実行することができる。このようなマルチタスクプログラミングを行う際、考えるべきはタスク優先度の設定と機能分割の範囲である。より緊急度の高いタスクの優先度を高くすることで、リアルタイム性、および組込みソフトウェアとしての安全性を高められる。機能分割については、クラス図がそのまま機能分割の単位となるので、特にシステムの中核部分とは独立して動作する外部機器クラスをサブタスクに割り当てた。その際、サブタスクとして動作させる関数を指定する必要があるが、C++言語のクラスが持つ操作（クラス名．操作名の形）を指定しようとするとエラーとなってしまう。エラーの原因については現状では不明であるので、サブタスクとして動作させたい操作は通常の関数として宣言している。また、クラス間の相互作用はシーケンス図に基づいた手順で、タスク間通信機能を用いることで実現できる。

5. 開発の際の主な問題点と解決案

・C++言語で T-Kernel のシステムコールを呼び出す際、C 言語コードと全く同じ書式であるにも関わらずエラーとなる場合があった。これが言語仕様の問題か、T-Kernel と C++言語の相性の問題なのかは不明であり、原因の究明は現状の課題として残っている。

・C 言語で継承を実現する際、親クラスを表す構造体のヘッダファイルをサブクラスがインクルードする必要があるが、１つのクラスが複数のサブクラスを持つと、親クラスの構造体が多重定義と扱われてエラーとなる。コードは煩雑となるが、親クラスとサブクラスの属性をすべて同じヘッダファイルに宣言することで解決できる。

・想定している割り込み処理（外部割込みによる）の数に対して、現状ではすべての割り込み処理を記述したソフトウェアとして完成させることができなかった。この問題は現在システムの稼働に使用しているハードウェアの仕様に関するものなので、ハードウェアを追加するなどして対応することで解決が図れる。

6. まとめ

UML を用いたオブジェクト指向設計を用いるメリットは、開発する「もの」に焦点を絞ることで抽象化がしやすいこと、上流からプログラミングまでの全工程で図の作成・見直しを行うことがソフトウェア自体の洗練につながること、クラス単位への分割を行うことで機能の局所化を図れること、実世界の機器をモデリングしやすいことであると思われる。これらのメリットは組込みソフトウェアでも享受すべきである。特に現在のプログラミングの手法として、オブジェクト指向プログラミングは主流であるといっても過言ではない。今後はこの技術を組込みソフトウェアの分野にも取り入れ、質の高いソフトウェアの開発と設計がなされるべきであろうと思う。

研究の内容に関して、T-Kernel と C++言語との相性がよくない可能性があるということ、C 言語でもオブジェクト指向設計に基づいたコーディングが可能であることが得られた。特に組込みソフトウェア開発に C 言語がよく使われることから、C 言語でのオブジェクト指向開発の技法の重要性はより大きなものだと考えられる。開発したソフトウェアは、操作用の UI にウェブブラウザの使用を予定していたが、現段階では PC と接続のうえ、開発環境のコンソールから操作を行う形となっている。また、ユーザへの通知機能も、メールでの連絡を考えていたが実装できておらず、通知する内容をダンプする、という状況である。これらの機能の実装については、C++言語と T-Kernel との相性の研究と同じく今後の課題である。

参 考 文 献

[1] SESSAME WG2 著　組み込みソフトウェア開発のためのオブジェクト指向モデリング
[2] UML のモデルから実装コード（C 言語）への落とし込み
http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/0606/30/nnew128_2.html
[3] C 言語によるオブジェクト記述法 COOL
http://www.sage-p.com/process/cool.htm
[4] パーソナルメディア株式会社著 T-Kernel 組込みプログラミング強化書
[5] パーソナルメディア株式会社著　実践 TRON 組込みプログラミング
[6] CQ 出版株式会社著　リアルタイム OS と組み込み技術の基礎

ソフトウェア単体テストの効率化

情報工学科 10 番　加藤人資，　指導教員　太刀川寛

Efficiency of the software unit testing

KATO Hitoshi

Abstract : The purpose of this study is to increase efficiency of the unit testing of the software programming. The test is an important process to guarantee the quality of software. I have developed a program to simplify the unit testing with boundary value analysis. This program is using CUnit which is a testing framework of the C. It is possible to the automated test case generation and create a test program from the test case. We can perform unit tests effectively by using this program.

Key words : unit test, CUnit, boundary value analysis

1. はじめに

現代社会の情報化が進むにつれ，ソフトウェアはより身近な物となった．ソフトウェアの増加の反面，テスト不足が原因によるソフトウェアのバグが引き起こす事故が増加している．プログラムの修正の度に行うテストの手間から，テストを疎かにしてしまう技術者がいるのも事実である．本研究では，単体テスト補助プログラムを作成し，テスト作業の効率化を目標とした．

本研究では，組み込みシステム開発の主流言語である C 言語を採用する．そしてソフトウェアテストで最初に行われる単体テストを対象とする．単体テストの効率化によって，回帰テストを容易にする事が出来，コスト削減やテストの長期化を防ぐ事が可能になる．

2. 単体テスト

単体テストとは，要求された機能を個々のモジュール単位で実行されるテストのことである．図１に示したV字モデルにおける単体テスト以降のテストは，単体テスト済みのモジュールを組み合わせて行う為，単体テストの試行回数が最も多くなる．その為，テストの自動化する個所としては最も効率的である．これによって回帰テストが容易になり，ソフトウェアの品質確保につながると言える．また，近年テスト駆動開発というテストを事前に設計して単体テストを頻繁に繰り返す方法が提唱されて以来単体テストの自動化に注目が集まっている．

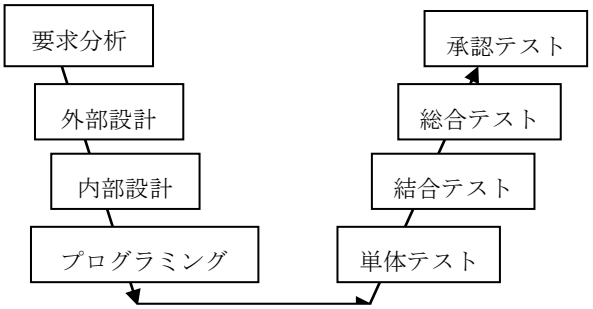


図１　V 字モデル

3. プログラムの概要

今回作成したプログラムは３つのプロジェクトがあり，それぞれ，テストケースを作成する「testcase」，作成されたテストケースからテストプログラムを作成する「read」，テストの実行をする「test」から成っている．

図２は，テストケース作成からテスト実行までの一連の流れを示したアクティビティ図である．

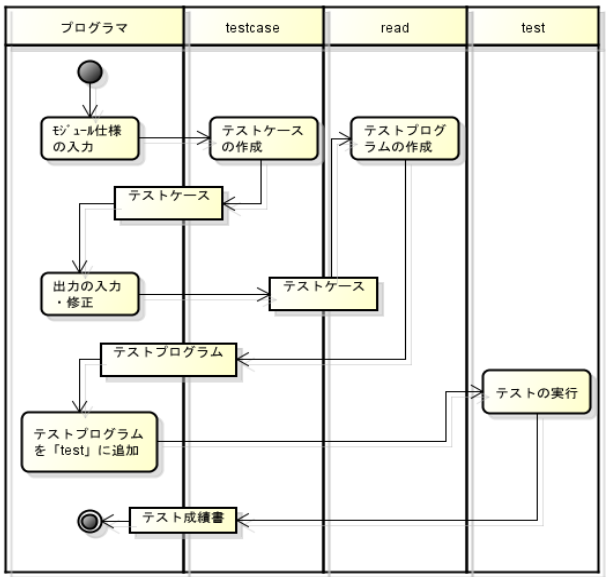


図２　単体テストのアクティビティ図

3.1 テストケースの作成

「testcase」を実行し，CUI 上に表示された指示に従って，関数名，パラメータ数，条件式を入力する．入力された値から境界値分析を用いて，組み合わせでテストケースを列挙し，CSV ファイルに出力する．CSV ファイルの操作は Excel を想定している．その為，カンマは区切り文字として判定されてしまうので，カンマの代わりに「@」を用いている．

テスト成績書を想定している為，他にも項目があり，出力とコメントは手動で入力していく．結果と実施日はテスト実行時まで空欄のままである．

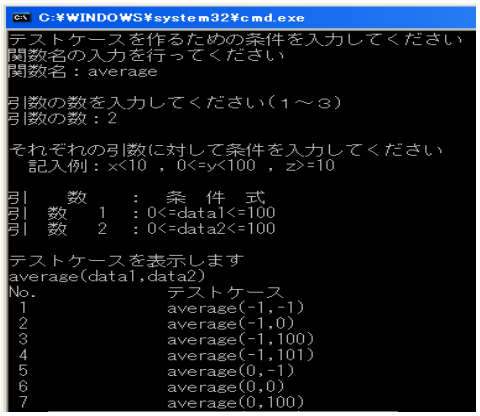


図 3　testcase 実行画面

	A	B	C	D	E	F
1	対象関数	average(data1，data2)			実施者	
2						
3	No.	テストケース	出力	コメント	結果	実施日
4	1	average(-1@-1)	-1	-1なので無効値		
5	2	average(-1@0)	-1			
6	3	average(-1@100)	-1			
7	4	average(-1@101)	-1			
8	5	average(0@-1)	-1			
9	6	average(0@0)	0	有効値		

図 4　テストケース

3.2 テストプログラムの作成

「read」を実行し，前項で作成した CSV ファイルを読み込み，テストケース，出力，コメントを抽出する．そして，テストプログラムの形式を整えた拡張子「.c」のファイルを作成する．作成されたファイルは，テスト実行プロジェクト「test」のルートディレクトリに保存される．

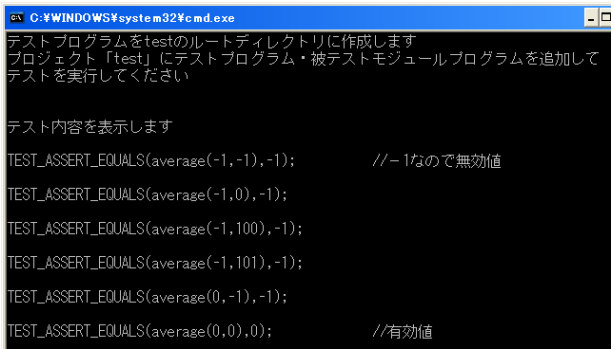


図 5　read 実行画面

3.3 テスト実行

テスト実行プロジェクト「test」に「read」で作成したテストプログラムを追加する．テスト対象関数のプログラムも同様に追加する．各プログラム追加後，「test」を実行する．結果の判定は，テストケースと出力を等価かどうかを判定し，等価ならば「OK」，等価でなければ「NG」が結果として返ってくる．「NG」が返ってきたとき，CUI 上にプログラムがエラーを起こした場所の行数を示し，エラー以降のプログラムは実行せず，終了する．

実行後，「testcase」で作成した CSV ファイルに上書きする形で結果と実施日を追加して書き込む．この時，CSV ファイルをテスト成績書として流用できるように，関数表示の際の「@」を全角のカンマに変換し，体裁を整える．

	A	B	C	D	E	F
1	対象関数	average(data1，data2)			実施者	加藤人資
2						
3	No.	テストケース	出力	コメント	結果	実施日
4	1	average(-1，-1)	-1	-1なので無効値	OK	2014/1/29
5	2	average(-1，0)	-1		OK	2014/1/29
6	3	average(-1，100)	-1		OK	2014/1/29
7	4	average(-1，101)	-1		OK	2014/1/29
8	5	average(0，-1)	-1		OK	2014/1/29
9	6	average(0，0)	0	有効値	OK	2014/1/29

図 6　テスト成績書

4. 評価

テストケース作成からテスト結果の反映までの一通りの機能の実現はする事が出来た．繰り返しテスト作業をする度にテストケースを手動で書く必要が無く，結果もプログラムを実行すると自動的に書き込まれるため，テストの効率がよくなるであろうことを感じた．

5. 今後の課題

実際のプログラム作成の中で使用する際には，もっとテストケースを作成する際の条件式の拡張が必要だと感じた．現状だと，一つのパラメータに対して 1 つの制約しか与えることが出来ない．しかし条件によっては，「または」が出てくる．これによってテストケース作成の幅を広げることが出来る．また，テストケースは組み合わせで列挙していくため，条件が複雑になると膨大な量のテストケースが列挙されてしまうので，条件式の拡張の際には新たにアルゴリズムを考える必要がある．

今回はテスト対象として，1 つのモジュールのみでテストを繰り返していたため，作成した CSV ファイルの管理について深く考える必要が無かった．

しかし，実際のソフトウェア開発プロジェクトでは複数のソースコードがあり，変更履歴や個々の成果物のバージョンに対応して識別し，任意のバージョンを再現できるように構成管理を考える必要がある．

参　考　文　献

[1]安藤のためのC言語テスティングフレームワーク CUnit
http://park.ruru.ne.jp/ando/work/CUnitForAndo/html/index_ja.html
[2]ソフトウェア・テスト PRESS 総集編（技術評論社，2013）
[3]ソフトウェア教科書 JSTQB Foundation 第 3 版（翔泳社，2011）
[4]吉田幸二，早川栄一 著:仮想マシン環境を用いた OS のテスト環境の開発（情報処理学会 研究報告，2004）
[5]石原一宏，田中英和 著:ソフトウェアの教科書（ソフトバンククリエイティブ，2012）
[6]服部昌博 著:C 言語とファイル（工学図書，1993）

自学自習可能なリアルタイム OS の教育システム

情報工学科　13 番　貴田岡圭悟　指導教員　太刀川寛

Educational program of the Realtime OS that is possible self-education

KITAOKA Keigo

Abstract : This paper describes the development of the learning support system of the Realtime OS.A purpose of this system is that a user can do programming by self-education.The conventional exercises filled the blanks of the source of the program with the blank.However, this exercises assumed it only a problem sentence.Because I wanted to prevent a problem from being removed if it is not understood.In addition, with a part of the explanation as an animation, the explanation made it easy to understand a Realtime OS.The system opened all these from the file of the HTML form.

Key words : self-education , Realtime OS

1. はじめに

リアルタイム OS の需要は近年増加しており、その用途は CCD カメラ、無線 LAN など多い。しかしその需要に反してリアルタイム OS の技術者は少ない。またリアルタイム OS の教材自体も C 言語や Java 言語などと比較するとかなり少ない。そこで従来の教育プログラムに手を加えて、よりわかりやすく、身に付きやすい教育プログラムを目指した。また本研究では自学自習という目標をつけ、受講者一人でも進められる教育プログラムにしようとした

2. 従来からの変更点

2.1 演習方法の変更

従来の教育プログラムの問題点に、「演習課題が作業的で、あまり身に付くとは思えない」というものがあった。これは演習課題の出し方に問題があり、出題方法を変更することで解決することにした。従来はまず問題文を出し、その次に空欄のあるソースを受講者に写させる。そしてその空欄部分を埋める、というものだった。空欄の部分は関数の説明という項目で解説されており、要は直感で無作為的に埋めてもいつかは完成する穴埋め形式だった。今回の教育プログラムでは穴埋め形式を廃止し、問題文と大まかな仕様の説明のみにした。これによって考えなければ課題を達成出来ないような出題形式となり、理解しなければ課題を解くことが困難となった。これには演習課題の難易度が上昇してしまうが、これは後述の説明部分を見直す過程で解決することにした。この部分を見直すことによって身に付きやすさは向上した。

2.2 説明部分の見直し

演習部分を難しくしたので、より詳細でわかりやすい説明が必要になった。そこで一つ一つの項目について説明を見直すことにした。特にリアルタイム OS の各機能がどういうものかという説明部分は説明文による説明だけでなく Flash のアニメーションも用いて動きで説明している。演習課題に使う関数の説明にも手を加え、より詳細にするだけではなく引数の説明も加えることで、今回の大幅な改良である演習課題の穴埋め形式の廃止によって起こる難易度の上昇、説明不足を解消することが出来た。

2.3 Flash 形式の動画を導入

以前からアニメーションを用いた動きによる説明は存在していた。それはパワーポイントを使い講師が教育プログラムの学習者達の前で発表するというものだった。しかしこれでは説明が欲しいタイミングで説明をもらうことが困難であり、自学自習可能なものを目指す本研究とは相性が悪い。そこで Flash 形式の動画で動きを説明することにした。Flash 形式を採用した理由は HTML 形式のドキュメントに直接埋め込めるという点である。後述するが今回の教育プログラムは HTML 形式でパソコンから開けるようにしている。そこから開けるようにすることにより動きを使った説明がいつでも見られるようになった。これで自学自習がより容易になった。また Flash はリンクをクリックすると新しいウィンドウで開く形式とした。例として図 1 にメールボックスについての説明の Flash のスクリーンショットを載せた。これはメールボックスによるタスク間通信の様子を動きとして表示している

図 1　Flash による動画のスクリーンショット

2.4 Makefile の簡易化

従来の教育プログラムの欠点に、Makefile の書き換えが非常に困難だという点がある。この教育プログラムの後半では、Makefile の書き換えが必要になるのだが、その方法は印刷したプリントに記されている内容を Makefile に書き換えるというものだった。しかし Makefile は少しでも間違えてしまうとコンパイル出来なくなってしまい、Makefile がどこで間違えているかわからずに先に進めないという事態が多発した。Makefile

の理解も重要ではあるがMakefileはT-Kernelのプログラムを実行するために書き換えるのであり、リアルタイムOSの機能についてを説明したい本研究ではその説明を省くことにした。そのかわりにHTMLドキュメント上に書き換え不可のフォームを設置し、そこからコピーしてそのまま貼り付け出来るように変更した。これによってほぼ正確にMakefileを書き換えることが可能になった。また、当初はフォームではなくボタンによってMakefileの内容をクリップボードにコピー出来るようにしようとしたが、この機能自体がIEのみの機能だということで、フォームを採用するに至った。

2.5 媒体の変更

教育プログラムは今まで、配布されたプリントだった。紙媒体だと教育プログラムのボリュームがとてつもないような量になり、保存にも一苦労する。また、動きを用いて説明したい場合はスライドショーの準備が必要になったなど、扱いにくい点がいくつか見られた。今回はHTMLドキュメントによる教育プログラムとし、パソコン上で開けるようにした。この形式を採用した理由は二点あり、一点目は前述したFlash形式のファイルやフォームを埋め込めるということである。HTMLドキュメントから直接開くことが出来るので煩わしい手順を踏む必要がなく、また動画をすぐ開けるので教える人がついている必要もなくなった。二点目は保存に困らなくなったことである。前述の通り、紙媒体は量が多くなり、保存方法に困るが、これによってファイルさえあれば教育プログラムを受けられるようになった。

3 教育プログラムの構成

この教育プログラムはフレームによって分けたメニューバー、メイン部分、ヘッダ、フッダからなるHTMLドキュメントを基本とする。

図2 教育プログラム構成

各部分の説明を記述するが、各部がどのような配置になっているかは図2を参照して欲しい。ヘッダにはTOPへのリンクを貼り、フッダにはコピーライトを記述している。メニューバーには各項目へのリンクを貼り、リンクをクリックすることでメイン部分に各項目のテキストを表示する。項目は演習の方法、タスク生成、タスクスケジューリング、セマフォ、ミューテックス、ランデブ、メールボックス、割り込み処理、周期ハンドラ、イベントフラグである。各項目ごとの構成についてだが、まずは項目ごとの目標、次に各機能の概要を記述する。概要はFlash形式の動画も交えて説明する。次に演習課題で使うシステムコールを説明する。演習課題はT-Kernel用に準備された専用の関数が多数存在する。この関数の説明も見直し、改変した演習課題に対応出来るようにしている。次に演習課題を記述した。Makefileの書き換えが必要になる場合は演習課題の下にフォームを設置し、そこからコピーしてもらうことにする。図3に実行画面を示す。

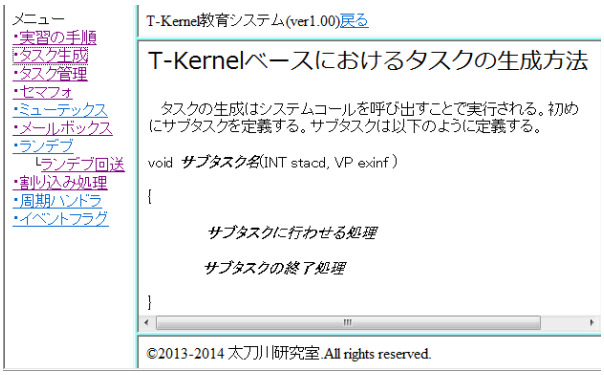


図3 教育プログラム実行画面

4 今後について

この教育プログラムは完成した項目から順次下級生に受講させ、その評価をもらった。現在終了分の評価は良く、方向性は間違えていないと考えている。時間の都合でタスクトレーサを用いた演習課題を作ることが出来なかった。タスクの動きが視覚的に理解出来るタスクトレーサはリアルタイムOSの理解に必ず役立つのでもし研究の引継ぎが行われるのならこの部分の追加を組み入れて欲しい。また、紙媒体から電子ファイルに変更したことで前項にて説明した以上に様々なメリットがあげられることがわかった。例を挙げると、どこかのサーバに本教育プログラムを保存し、遠隔地でも使用出来るということがある。今後は上記の例以外にも電子ファイルにしたことによる新たな使用方法などを模索していければ良いと考える。

参　考　文　献

[1]坂村健 監修 パーソナルメディア社 編著 T-Kernel組込みプログラミング教科書 (パーソナルメディア社,2007)
[2] 坂村健 監修 T-Engineフォーラム 編著 T-Kernel標準ハンドブック (パーソナルメディア社,2005)
[3] http://www.t-engine.org/ja/ T-Engine Forum Japan
[4]利波拓哉：平成23年度函館工業高等専門学校卒業研究論文「リアルタイムOSの教育プログラム」
[5]菊地諒,斉藤いろは：平成24年度函館工業高等専門学校卒業研究論文「リアルタイムOSの教育実習プログラム」

ネットワークを用いた故障検出のための二重系システム

情報工学科 39 番　盛 綾華,　指導教員　太刀川 寛

Dual System for Fault Detection using a Network

MORI Ayaka

Abstract : Dual system is widely used in the fault detection of computer systems. Dual system using network is developed in this study to improve the independence of modules and the flexibility of a system in the previous dual system. This system is constituted by two microcomputers and one client PC. It becomes possible to manage two modules in the distance by comparison through a network. Data is compared several times, and when they are continuously inharmonious, system detects fixed failure. The simulation of the trial production system was carried out, and it fully worked in fault detection.
Key words : Dual system, fault detection, network

1. はじめに

障害により人命や財産に大きな影響を及ぼすシステムにおいて，耐故障性(フォールトトレランス)は重要な要素となる.本実験ではフォールトトレラントを実現するための故障検出に着目し，ハードウェア障害の検知を目的とした二重系システムの開発を行う.

2. 研究概要

2.1 故障検出

故障の種類には，ノイズなどで一時的に誤った動作をする間欠故障とハードウェアの故障などで常に誤った動作を起こす固定故障が存在する．フォールトトレラントシステムでは故障に対し故障復旧と故障排除(マスク)の方法が存在するが，どちらの方法を取るにしても故障が起こったことを検出することが肝心である．故障検出方法には大きく以下の方法がある．

・定期的テスト:
定期的にテストプログラムを実行し，故障を検出する．この方法では間欠故障はテストプログラム実行中に生じない限り検出できない.

・無矛盾チェック/資格チェック:
無矛盾チェックとは合理性をチェックするもので，例えばアドレスやオペコードなどのチェックであり，資格チェックはデバイスへのアクセス権限のチェックである．どちらも OS によって行われる.

・ウォッチドッグタイマ:
監視対象のモジュールとは別のモジュールが監視対象から一定周期の信号を受け取り，生存確認をすることで故障検出をする.

・誤り検出論理:
パリティやセルフチェック回路を用いて設計する.

・二重化:
同一のモジュール 2 個の出力を比較し，故障を検出する.

2.2 二重系

2.1 で述べたように故障検知における二重系とは，2 個の同一モジュールの出力を比較し故障を検出する手法である．二重化はソフトウェア・ハードウェアのどちらでも実現でき，2 つのモジュールを比較するだけで単一モジュールのすべての故障を検出することができる．また 2.1 で述べた検出方法の中でも簡潔でコストも低いため，故障検出手段として広く使用されている．ただし，2 つのモジュールが同じ出力をするような故障を検知することはできない.

2.3 ネットワークを用いた二重系の提案

故障検出手段として利用されている二重系を，ネットワークを用いて実現する．従来の二重系では多くの場合 2 つのモジュールを近距離に置いて実装していたが(図 1)，その場合配置環境が同じである事によって，ノイズなどの外的な事象で 2 つのモジュールが同時に同じエラーを引き起こす危険性がある．二重系では2つのモジュールを比較することによって故障検出をするため，同一の故障が同時に起きると比較によってエラーを検出できなくなり，さらに重大な障害を引き起こす可能性が出てくる．そこで，それぞれのモジュールの配置環境の独立性を高めるためにネットワークを用いて遠距離での比較同期を行うシステムを提案する.

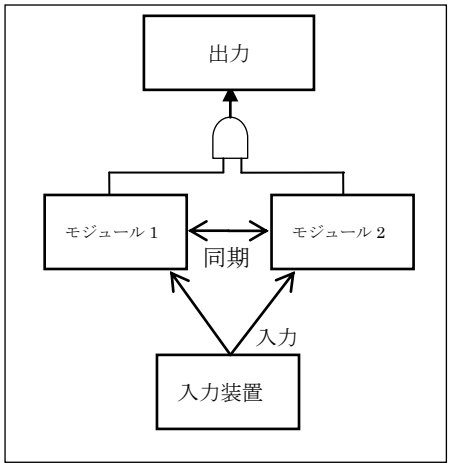


図 1 二重系による故障検出

2.4 システム概要

システムは同じ入力から同じ処理を行う 2 つのサーバ(T-Kernel2.0 リファレンスキット)，入出力を担当するクライ

アント(PC)の 3 つの装置から構成される(図 2).
クライアントから同時に 2 つのサーバが同じ入力を受け取り，入力内容・処理結果についてそれぞれ比較し，2 台のサーバ結果をクライアントに出力する．比較結果が不一致だった場合もう一度繰り返し，連続して不一致だった場合固定故障と判断する．
今回は出力方法と強制終了についての考察は省略し，今後の課題とした．

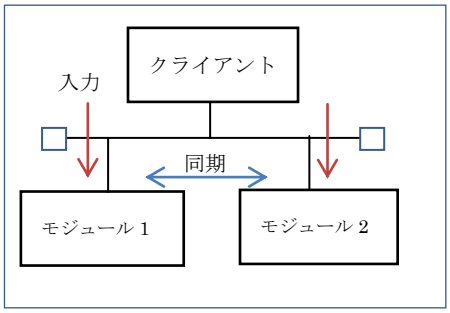


図 2 ネットワークを用いた二重系

3. プログラム

この二重系システムのデータ比較による故障検出は次のようになっている．

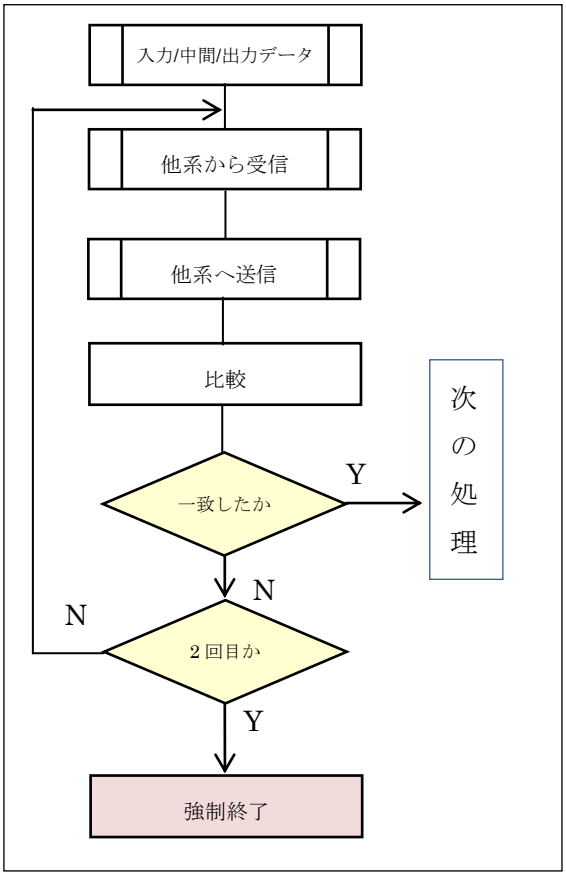


図 3 データ比較の流れ

クライアントから入力データを受信し，処理を行い，クライアントに出力するという流れを無限ループで行うシステムで二重化比較を行うとする．入力データ受信後，処理完了後にそれぞれのデータを 2 台のモジュールで比較する．比較の際，不一致が起こった場合はもう一度比較し，連続で不一致だった場合ノイズなどの間欠故障ではなく固定故障と判断し，システムを終了させる．2 度目の比較で不一致が起こらなかった場合は 1 度目の不一致は間欠故障と判断し一致したデータを用いて次の処理に移る．また，システムを終了させるにあたって確実に動作を停止する方法も考察する必要があるが，今後の課題とする．

4. 故障検出機能

現在システムにはネットワークを介したクライアントからの入力に対応しており，データの送受信・モジュール同士での比較・データの不一致や通信タイムアウトの検出の機能を確認している．

図 4 試作した二重系システムの写真

5. 今後の課題

どんな状況においても，故障が検出された時点で確実に両方のモジュールを停止させる方法が必要である．また現時点では実際のハードウェアの故障に対する効果についてのテストが行われていないので，故障を再現するテストの方法を考え，テストを行う必要がある．

参 考 文 献

[1] 当麻善弘, 南谷 崇,藤原秀雄 著,
フォールトトレラントシステムの設計と構築(槇書店 ,1991).
[2] Michael J. Donahoo ,Kenneth L. Calvert 著,小高知宏 監訳,
TCP/IP ソケットプログラミング C 言語(オーム社,1998).
[3] 真鍋義文 著 フォールトトレラント分散システム向けアルゴリズム
電子情報通信学会技術研究報告.IN,情報ネットワーク 96(313) 7-14 (1996)
[4] 一ノ宮佳裕, 飯田全広, 藤野誠, 末吉敏則, 尼崎太樹, 久我守弘 著
二重冗長ソフトコアプロセッサにおけるソフトエラーの高速復旧技術
電子情報通信学会技術研究報告.RECONF,リコンフィギャラブルシステム
111(323), 7-12 (2011)

音の可視化を取り入れたアンドロイドアプリケーションの開発

情報工学科　23 番　清水愛未，　指導教員　東海林智也

Android application to visualize a sound

SHIMIZU Narumi　　TOKAIRIN Tomoya

Abstract : It is difficult to listen to music for hearing impaired people because their ears cannot hear a sound. However, they can enjoy music through vibration handed down to their bodies. Recently, there are various techniques and applications that convert frequency of music into vibration to feel music for hearing impaired people. Therefore we developed the android application with that hearing impaired people can play a keyboard and enjoy music with their eyes. When an user connects a MIDI keyboard to the android terminal and plays music, the screen of the terminal displays the animation of a character dancing with the music. In this study I implemented the movement of the character corresponding to the sound. Finally we tested the application on the same condition as hearing impaired people.

Key words : hearing impaired people, MIDI keyboard, animation, music

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレットを用いた障害者向けのサービスやアプリケーションが普及し始めている。例えば、入力された文章を端末が読みあげて、健常者とのコミュニケーションを支援する聴覚障害者向けのアプリケーションなどがあげられる　[1]　。本研究では、音楽を楽しむことを支援する聴覚障害者向けのアプリケーションの開発を目的に、音楽を見て楽しむ方法について研究を行った。

音楽は、今や娯楽として我々に必要不可欠になってきているが、聴覚障害者は健聴者と同様に音楽を聴いて楽しむことが困難である。しかし聴覚障害者は目や手で音楽を感じることは可能である。

よって本研究では、聴覚障害者がキーボードによる演奏を通じて音楽を楽しむことができる　Androidアプリケーションを開発した。聴覚障害者が普通にキーボードを演奏しても音を聞き取ることが困難であるため不服や退屈を覚えてしまう。一方、開発したアプリケーションを用いることで自分の演奏に合わせて画面上に表示されているキャラクターを動かすことができるので、視覚的に音楽演奏を楽しむことが可能である。

2. 研究概要

2.1 アプリ概要

Android端末と　MIDI キーボードを接続する。ユーザーがキーボードを叩き演奏を始めると、入力された音楽に合わせて画面に表示されているキャラクターが動く。そのアニメーションを通じて聴覚障害者が音楽演奏を視覚的に楽しむことができる。

2.2 開発環境

Android端末　　:Nexus7(2012)
開発　PC　　:Linux Ubuntu12.04 LTS Intel® Core™ 2 Duo CPU E7400 @ 2.80GHz × 2
開発言語　　:Java+ADT(v22.2.1-833290)
使用ソフト　　:Eclipse,GIMP

2.3 演奏とアニメーション

Android端末と　MIDI キーボードを接続するために Android USB MIDI Driver　を使用した [2]。 Android USB MIDI Driver　とは　MIDI を使うためのライブラリで Android 3.1　以降のタブレットやスマートフォンに　MIDI 対応の楽器や機器を繋げることができるようになる。このライブラリを用いて我々はキーボードを演奏した時に画面に表示されているキャラクターをリアルタイムに動かすことを可能とした。具体的には　Android端末を　MIDI メッセージの受信側とし、MIDI キーボードからユーザーが入力した音を取得してキャラクターが音楽に合わせて踊っているようなアニメーションを表現した（図1）。

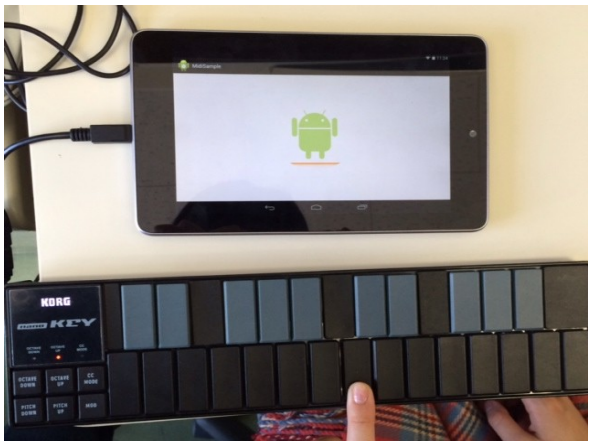


図 1 実際に演奏している様子

2.4 実装

MIDI Driver には onMidiNoteOn と onMidiNoteOff というメソッドが存在する。 onMidiNoteOn は特定チャンネルの特定の音（ノートナンバー [3]）が MIDI キーボードで押された時に呼び出されるメソッドである。また onMidiNoteOffは MIDI キーボードから指を離した時に呼び出されるメソッドである。主にこの二つのメソッドを利用してアニメーションを実装した。どちらのメソッドも引数からノートナンバーを取得できる。

ユーザーが鍵盤を押したときに onMidiNoteOn が呼び出され取得したノートナンバーに対応するアニメーションが実行される。その後指が鍵盤から離れたとき onMidiNoteOff が呼び出されアニメーションが停止される。

開発したアプリケーションのタイトルは「 DROID DANCE 」であり、タイトル画面、メイン画面、説明画面で構成されている（図2、図3）。タイトル画面上のスタートボタンを押すとメイン画面に移動する。メイン画面下部にある終了ボタンを押すとアプリケーションが終了する。

図 2 タイトル画面

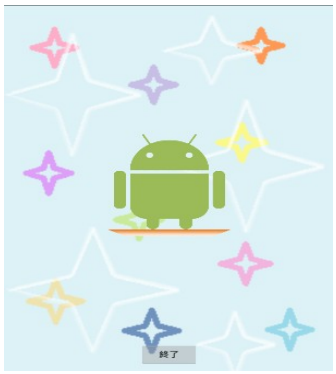


図 3 メイン画面

2.5 問題点とその解決方法

演奏中に現在押してる鍵盤から次の音の鍵盤を押すときに同時押しになってしまうと、アニメーションが綺麗に繋がらず止まってしまう現象が起こった。例えば図4のようにドを押している状態から次の音のレを押すと同時押しになってしまう。これを解決するために、配列に現在押されている鍵盤のノートナンバーを記録しておき、全ての鍵盤から指を離したらアニメーションが停止するという仕様にした。

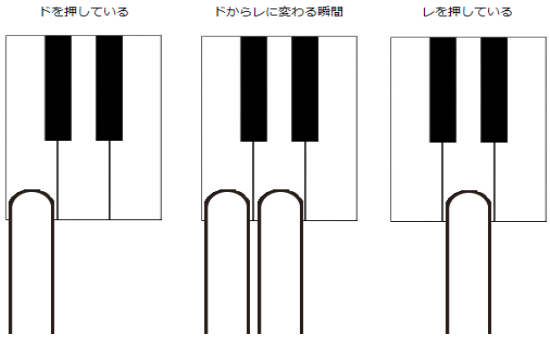


図 4 同時押しの瞬間

また、始めはメイン画面上に戻るボタンを設置してタイトル画面に戻る処理を行っていたが、タイトル画面からもう一度メイン画面を起動するとアプリケーションの動きが遅くなり端末が落ちるという現象が起こった。 MIDI Driver を解析してみても原因がわからなかったので戻るボタンを撤去して代わりに終了ボタンを設置した。

2.6 考察

聴覚障害者と同じ状態に近づけるために端末の音量を消してテストしたところ、アニメーションに物足りなさを感じたという意見があった。それを改善するために、キャラクターをもう一つ増やして両手での演奏に対応させる、背景の変化を取り入れる等の工夫が考えられる。例えば今回12音階に対応した12パターンのアニメーションしかないので、前の音と現在の音の組み合わせを考慮してアニメーションのパターンを増やす。

また MIDI Driver の解析が及ばず終了処理に関する不具合を改善出来なかったので、今後もう少し時間をかけて MIDI Driver の内容を解析しアプリケーションのパフォーマンスを向上させる。

3. まとめ

MIDI Driver を使用して聴覚障害者が音楽演奏を楽しむことが出来る Android アプリケーションを開発した。さらにアプリケーションのテストを行い改善点をまとめた。

参 考 文 献

[1] 障害者の日常が IT で“革命的”に変化
http://www.nikkeibp.co.jp/article/news/20131009/368354/?rt=nocnt
[2]Android USB MIDI Driver って ？
http://blog.kshoji.jp/2012/11/android-usb-midi-driver.html
[3] 音楽研究所 MIDI ノート番号と音名、周波数の対応表
http://www.asahi-net.or.jp/~hb9t-ktd/music/Japan/Research/DTM/freq_map.html

音の可視化を取り入れたアンドロイドアプリケーション

情報工学科　11番　金澤しほり，　指導教員　東海林智也

Android application to visualize a sound

KANAZAWA Shihori　　TOKAIRIN Tomoya

Abstract : It is difficult to listen to music for hearing impaired people because their ears cannot hear a sound. However, they can enjoy music through vibration handed down to their bodies. Recently, there are various techniques and applications that convert frequency of music into vibration to feel music for hearing impaired people. Therefore we developed the android application with that hearing impaired people can play a keyboard and enjoy music with their eyes. When an user connects a MIDI keyboard to the android terminal and plays music, the screen of the terminal displays the animation of a character dancing with the music. In this study I drew the character animations displayed on the screen of the terminal. Finally we tested the application on the same condition as hearing impaired people.

Key wards: hearing impaired people, MIDI keyboard, animation, music

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレットを用いた障害者向けのサービスやアプリケーションが普及し始めている。例えば、入力された文章を端末が読みあげて、健常者とのコミュニケーションを支援する聴覚障害者向けのアプリケーションなどがあげられる　[1]　。本研究では、音楽を楽しむことを支援する聴覚障害者向けのアプリケーションの開発を目的に、音楽を見て楽しむ方法について研究を行った。

音楽は、今や娯楽として我々に必要不可欠になってきているが、聴覚障害者は健常者と同様に音楽を聴いて楽しむことが困難である。しかし聴覚障害者は目や手で音楽を感じることは可能である。

よって本研究では、聴覚障害者がキーボードによる演奏を通じて音楽を楽しむことができる　Androidアプリケーションを開発した。聴覚障害者が普通にキーボードを演奏しても、音を聞き取ることが困難であるため不服や退屈を覚えてしまう。一方、開発したアプリケーションを用いることで自分の演奏に合わせて画面上に表示されているキャラクターを動かすことができるので、視覚的に音楽演奏を楽しむことが可能である。

2. 研究概要

2.1 アプリ概要

Android 端末と　MIDIキーボードを接続する。ユーザーがキーボードを叩き演奏を始めると、入力された音楽に合わせて画面に表示されているキャラクターが動く。そのアニメーションを通じて聴覚障害者が音楽演奏を視覚的に楽しむことができる。

2.2 開発環境

Android端末　:Nexus7(2012)
開発　PC: Linux Ubuntu12.04 LTS
　　Intel® Core™2 Duo CPU E7400 @ 2.80GHz × 2
開発言語　:Java+ADT(v22.2.1-833290)
使用ソフト　:Eclipse,GIMP

2.3 演奏とアニメーション

Android端末と　MIDI キーボードを接続するために Android USB MIDI Driver を使用した [2]。 Android USB MIDI Driver とは MIDI を使うためのライブラリで Android 3.1 以降のタブレットやスマートフォンに　MIDI 対応の楽器や機器を繋げることができるようになる。このライブラリを用いて我々はキーボードを演奏した時に画面に表示されているキャラクターをリアルタイムに動かすことを可能とした　。具体的には　Android端末を　MIDI メッセージの受信側とし、　MIDI キーボードからユーザーが入力した音を取得してキャラクターが音楽に合わせて踊っているようなアニメーションを表現した。

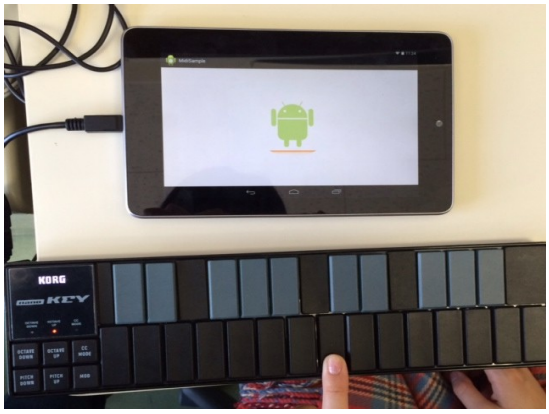


図1　実際に演奏している様子

2.4 アニメーションについて

キーボードを演奏したときに、画面に表示されるアニメーションを作成した。

動作がなるべく滑らかになるように、一種類のアニメーションにつき、3～5枚程度の画像を使用し、1オクターブ分の音階のキーボードに一つずつアニメーションを割り当て、全部で12通りのアニメーションを作成した。

今回開発するのは　Androidアプリケーションであるので、スマートフォンや　PC　タブレット用の　Androidマスコットキャラクターである「ドロイド君」を使用することにした。感情を表現する動きをテーマにし、「喜び」、「怒り」、「悲しみ」、「ジャンプ」、「手を降る」、「回転」、「ウインク」、「困惑」、「幸せ」、「泣く」、「驚き」、「落ち込み」という動作が見てわかるように、主にキャラクターの表情に気をつけてデザインした（図2）。

図2　アニメーション「ジャンプ」の画像

2.5 アプリケーションの画像

アプリケーションを起動した際に表示されるタイトル画面と使い方、背景画像を作成した。ここで見やすさ重視のためにシンプルにデザインした（図3）。

図3　タイトル画面

2.6 テスト

聴覚障害者の立場として、作成したアプリケーションを19～20歳までの男女6名（男2名、女4名）に操作してもらい、楽しめるかどうかテストを行った。アンケートの集計結果は表1の通りである。

表1　アンケート結果

（1）音がなくても、アニメーションだけで演奏を楽しめたか？ 楽しめた・・・4人　　楽しめなかった・・・2人
（2）アプリケーションとして使いやすいか？ 使いやすい・・・6人　使いにくい・・・　0 人
（3）動作上の不具合はあったか？ ある・・・2人　ない・・・4人
（4）意見や改善点があったら書いてください。 ・動作が遅い（フィードバックの時間）。 ・動作のバリエーションがもっとたくさんあるといい。 ・ボタンそれぞれ違うパターンにしてほしい。 ・涙が背景と同化してて残念。 ・アニメーションは楽しめたが、演奏としては楽しめなかった。

2.7 考察

アニメーションだけで演奏を楽しめなかった原因として、アニメーションの種類が少ない、キャラクターの動きに限界があったためと考えられる。アニメーションの種類については、透明化や移動などを実現する　Tween アニメーション　[3]を今回は使用しなかったので、今後はその手法を組み合わせてアニメーションの種類を増やしていく。キャラクターの表現については、手足と表情以外の体の動きが表現しにくく、ステップなどの細かい動きが出来なかったため、より細かい動きで踊っているよう見せるために人間をモチーフにしたキャラクターをデザインする必要がある。動作上の不具合については、キーボードを押してアニメーションが始めるまでの時間が少し遅かったので、プログラムの改善が必要である。

3. まとめ

MIDI Driver を使用して　Android　アプリケーションを開発した。特にキーボードを演奏したときに画面に表示されるアニメーションと、タイトル画面、使い方、背景画面を作成した。今後は、テストの際に得られた意見を参考して、アニメーションの表現を広げていく必要がある。

参　考　文　献

[1] 障害者の日常が　IT で“革命的”に変化
http://www.nikkeibp.co.jp/article/news/20131009/368354/?rt=nocnt
[2]Android USB MIDI Driver　って　？
http://blog.kshoji.jp/2012/11/android-usb-midi-driver.html
[3]Androidアプリにおける　Tween アニメーション
http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1205/11/news003.h

マイクによる音声入力を利用した自動作曲アプリ

情報工学科 27 番　田村祐樹，　指導教員　東海林智也

Automatic musical composition application for Android terminal using the voice input

TAMURA Hiroki TOKAIRIN Tomoya

Abstract : Generally, it is recognized that the musical composition is difficult. Therefore, the purpose of this study is to make musical composition simply by making an automatic musical composition program running on Android terminal. At first, an user inputs a melody into the microphone of the Android terminal. Then, the automatic musical composition program assigns chord progressions to the melody. Finally, the automatic musical composition program makes the accompaniment based on chord progressions and makes music by mixing the melody and the accompaniment. The user can easily enjoy musical composition because the user only needs to input the melody. Furthermore, we performed the experiment of the program for some users. We show the experimental results in the paper.

Key words : Automatic musical composition, Android, chord progressions

1. 研究目的

この研究では、ユーザーがスマートフォンで簡単に作曲できるアプリケーションの開発をした。既に開発されている作曲アプリケーションには音符を入力するもの、音声入力を利用するものなどがある[1]。しかし、ユーザーが実際に作曲をしようと思うとコード進行など作曲に関する知識が必要である。更に音声入力を作曲に使う場合には機器が必要になる。これらの問題点によりユーザーは興味があったとしても作曲に躊躇してしまう。

そこで、現在普及していてなおかつ音声入力もできるスマートフォンを用いて簡単に作曲ができるアプリケーションの開発を目指した。

2. 研究概要

2.1 開発環境

使用 PC	Windows 7 Enterprise SP1
	32bit version
	Intel Core 2 DUO E6550 2.33GHz
	RAM 2.0GB
使用ソフト	ADT Bundle For windows 32bit
	Eclipse 3.8
	ADT 21.1.0
	Android NDK Revision 9c
	AzPainter2
	Domino
使用ライブラリ	MIDIData ライブラリ
	(おーぷん MIDI ぷろじぇくと様より)
使用スマートフォン	KDDI HTC j butterfly HTL21
	Android 4.1.1
	RAM 2GB
使用言語	Java, C

2.2 アプリケーションの概要

初めに作成する曲のテンポを設定した後、声や楽器の音といった音声をマイクに入力して採譜する。その採譜した音声を解析して曲のメロディを作成し、そのメロディに対してコード進行を生成する。その後、コード進行から伴奏部分が作成して曲を完成させる。

2.3 メロディパート作成

スマートフォンの音声入力部分から取り込んだ音声をサンプリングレート 22050Hz、量子化 Bit 数 16Bit、モノラルで Wav 形式データに保存する。そのデータに対して 2048 点 FFT を行う。FFT により解析された音声の音高とその長さの情報を MIDI 形式データに保存することでメロディパートの作成を行っている。ちなみにメロディとして入力されるのはオクターブ 1 のシからオクターブ 5 のシ(約 61Hz~987Hz)の範囲の音階のみである[2]。

2.4 コード進行

解析されたメロディに含まれる音高(キー)や #、♭の数からその曲の調を判定する。調を決定したあと、その調で使われる 7 つのコードが生成される(図 1)。その 7 つのコードはそれぞれⅠ、Ⅱ、Ⅲ…Ⅶと名付けられていて、あるコードから次に進むことができるコードはある程度決まっている[3]。例えば「Ⅰ→Ⅵ」、「Ⅰ→Ⅲ」というコード進行はよく使われているが、この逆である「Ⅵ→Ⅰ」、「Ⅲ→Ⅰ」というコード進行はほとんど使われない[4]。このようなコード進行規則とメロディを照らし合わせて適切なコードを割り当てていく。この処理をメロディの終わりまで繰り返すことにより曲全体のコード進行を作成する。

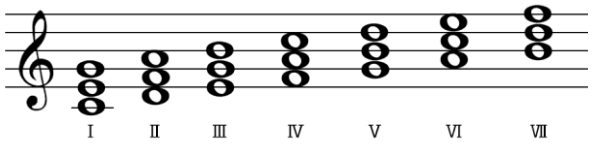


図 1　ハ長調の場合に生成される 7 つのコード

2.5 伴奏パート作成

伴奏パートに使われる楽器・音量・ビブラートの有無と強さ・パン(音が左右どちらから聞こえるか)を曲のジャンルに合わせてランダムに決定する。その後コード進行を基に伴奏を作成していく。具体的には、そのコードを構成している３つの音(例えばCというコードならばド・ミ・ソ)のうち出力する音を一つ決め、更にその音符長もランダムに決定する。またこの際に、ランダムで休符が出力されることもある。この操作を曲の終わりまで繰り返していくことにより伴奏パートを作成する。

2.6 ベースパート作成

ベースパートに使われる楽器も曲のジャンルに合わせてランダムに決定する。その後コード進行を基にベースも作成していく。具体的には、コードの根音(C ならばド)の音のみが使用されるパターン、根音のみだが１オクターブずつキーが上下するパターン、メロディが生成されるパターンのうち１つのパターンをランダムで決定する。この操作を曲の終わりまで繰り返していくことによりベースパートを作成する。

2.7 ドラムパート作成

ドラムパートに使われる楽器はランダムではなく決まったドラムセットを使用している。ドラムについては複数用意されているリズムパターンからランダムに決定されたものが使用される。具体的には4ビートか8ビートのリズムが複数用意されている。 この操作を曲の終わりまで繰り返していくことによりドラムパートを作成する。

2.8 MIDI ファイルの出力

すべてのパートを作り終えたら MIDI ファイルとして出力して保存する(図2)。

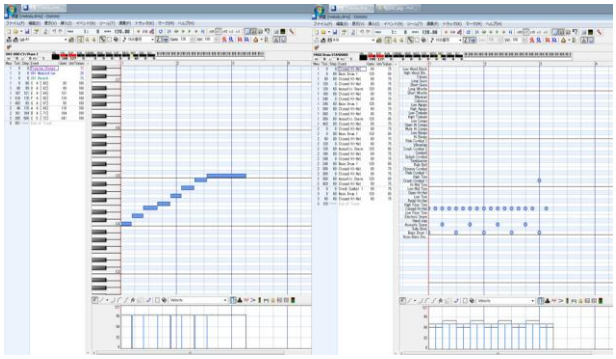


図2　生成された MIDI ファイル

（左側：メロディ, 右側：ドラム）

3. 考察

現状では自動作曲を行う部分の関数は全て作成し終えているが、Android で動作するアプリケーションはできておらず(図3)、全て PC 上でその関数を実行している。その理由は MIDI の操作に使用している C 言語のライブラリが Android 向けではないからである。そこで現在は、そのライブラリを Android NDK を用いて自分が作成した C 言語の関数部分と統合を行っている[5]。

また、音声の解析部分の精度があまり良くなく予期せぬ音高が出力されてしまうことがある。その解決策として、FFT で得られたパワースペクトルのみではなく振幅スペクトルの値での判断も同時に行う、音声ファイルの音量正規化を行うといった方法などが挙げられる。

更に、作成される曲のジャンルやドラムのリズムパターンなどをそれほど多く用意していないので、パターンを増やして曲のバリエーションを増やそうと考えている。

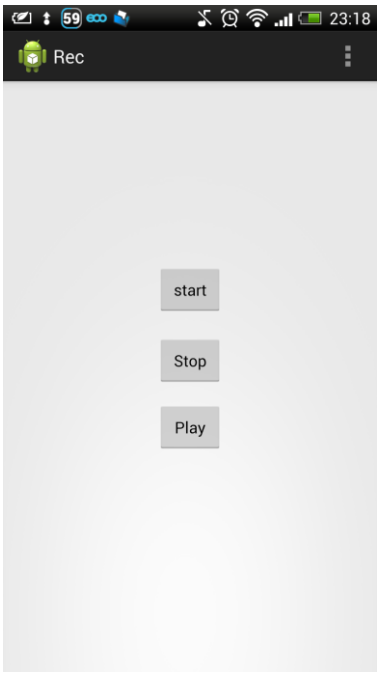


図3　録音部分のスクリーンショット

（図の設定等はまだ行っていない）

参　考　文　献

[1] 鼻歌を譜面化！画期的な iPhone アプリ「ScoreCleaner Notes」
http://www.minp-matome.jp/pub/
D536200D-9D3A-4A3C-8766-6D8674043F5D
[2]MIDI ノート番号と音名、周波数の対応表 http:/ /www.asahi-net.or.jp /~HB9T-KTD/music/Japan/Research/DTM/freq_map.html
[3] 成瀬正樹 著, *コード進行スタイルブック*,p.38(Rittor Music,2001)
[4] 若松正司 著,*若松正司の音楽セミナー コードの使い方①*, p.76(音楽之友社,1989)
[5] Android NDK の標準ライブラリに libunzip を追加して使用する http://www.usefullcode.net/2011/01/android_ndk_libunzip.html

教育用簡易エレキギターの改良

情報工学科 40 番 山田知美， 指導教員 東海林智也

Improvement of a Simple Electric Guitar for Education

YAMADA Tomomi . TOKAIRIN Tomoya

Abstract : As a teaching material for beginners to learn the knowledge of both electronic circuits and sound in open classes, we developed a simple and cheap one-string electric guitar which has built-in amplifier and can be created from the electronic circuits. Today, many universities and technical colleges have been holding open classes in which electronic instruments, such as a mini synthesizer and a mini electric guitar, are used as teaching materials. However, such existing materials are often expensive and it is difficult for beginners to learn electronic circuits, since they have already been assembled. Therefore, in our laboratory we have been developing the one-string simple electric guitar for beginners. However, the peg of the last year's guitar had a problem. Therefore, we improved the peg and rewrote the manual. And, we held an open class for elementary and junior high school students by using the guitar, then we got the questionnaires from the participants. As a result, we could develop the electric guitar which was cheap and able to be created easily by any beginners.

Key words : electric guitar, open class, electronic circuit

1.はじめに

本研究では、初心者が公開講座で電子回路と音の両方 の知識を学ぶことができる教材として、安価なアンプ付 1 弦簡易エレキギターを開発した。今日、大学と専門学校ではミニシンセサイザーとミニエレキギターのような電子楽器を公開講座[1]で利用している。しかし、そのような既存の教材はたいてい高価であり、電子回路が組み立て済みであるため、初心者にとって電子回路を学ぶことは難しい。そこで、我々の研究室では初心者向けの 1 弦簡易エレキギターを開発している。[2]しかし、昨年作られたギターにはペグの強度に問題があった。そこで今年度、我々はペグの部分に強化と改良を加えそれに伴いマニュアルを変更した。さらに、作ったギターを用いて小・中学生を対象に公開講座を開いて、参加者にアンケートを行った。

2.簡易エレキギターの改良

2.1 昨年度のエレキギターの問題点

昨年度のギターを図 1 に示す。

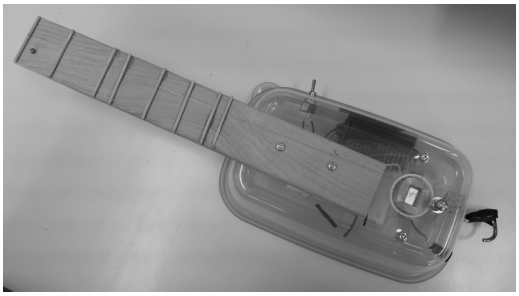


図 1　昨年度のエレキギター

昨年度のギターにおいて、最も大きな問題点はペグの強度であった（図 2）。具体的には、昨年度のギターはフックに弦を巻きつけて張りを強くしていたが、土台が割れやすく弦が緩みやすいという問題があった。

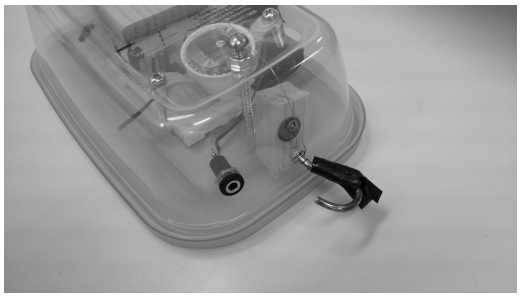


図 2　昨年度のエレキギターのペグ部分

2.2 今年度のエレキギターの改良点

次に今年度作られたギターを図 3 に示す。

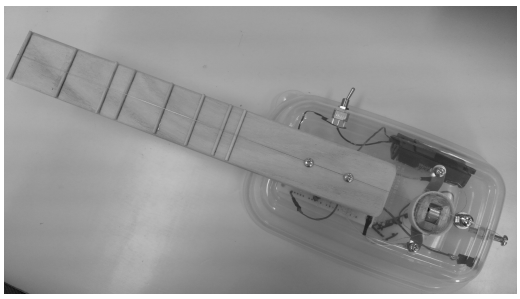


図 3　今年度のエレキギター

今年度は弦をフックで巻く代わりに、ネジの溝に弦を通してそのネジを下から押し出すことによって弦の張りを強くするという方法をとった（図 4）。これにより、ペグが強化されて弦を緩むことなく張れるようになった。

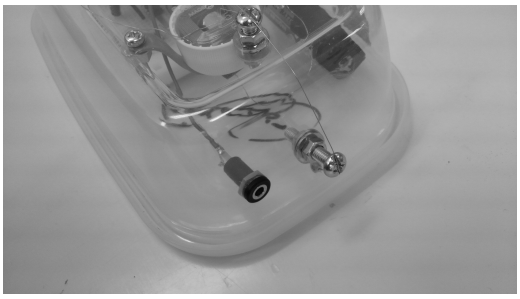


図４　今年度のエレキギターのペグ部分

3.公開講座について

平成 25 年 10 月 26 日に 3F 情報基礎実験室において『エレキギターの仕組み 2013』という公開講座を小中学生を対象に行った。講座では最初にエレキギターの各部の説明を行い、次にボディの作成を行った。その後エレキギターから音が出る仕組みを説明し、アンプ部に使用している電子部品の抵抗、コンデンサ、トランジスタ、IC チップの働きを説明した。そしてアンプ部の回路を製作し動作確認をした。受講者は小学生 3 名と中学生 1 名の計 4 名だった。

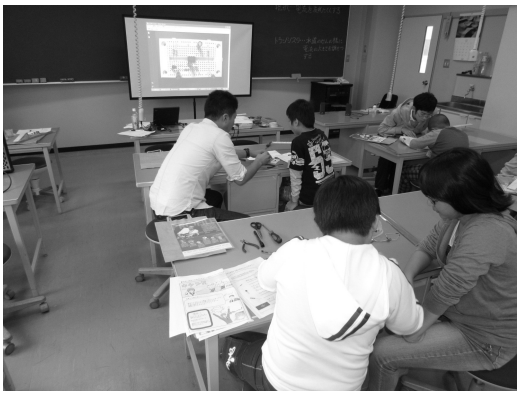


図５　公開講座の様子

4.アンケート結果

開講後にアンケートを行った。アンケートの結果を表 1 に示す。アンケートの結果、受講者全員が満足したということが分かった。

5.まとめ

昨年度と比べて更に安くてどんな初心者でも簡単に作ることができるエレキギターを開発することができた。ギター本体についてはペグの強度が上がり弦の張りが強くなったが、今度はネックの強度が問題となった。また、今年度のギターに掛かった費用は 1433 円であるが、なるべく 1000 円以内で作れるよう更にコストダウンする必要がある。また、公開講座についてはスムーズに進行でき、アンケートも良い結果が得られた。

参考文献

[1]http://www.hakodate-ct.ac.jp/~tokai/doc13/koza/
[2]教育用簡易エレキギターを用いた公開講座用教材の開発,加藤 悠一,菅原 皐喜,函館高専情報工学科卒業論文(2012)

表１　アンケート結果

1.この「公開講座」があることをどのようにして知りましたか？		
1）ポスター		0
2)先生、友達、家族	1	25
3）まなびっと等の広報誌	2	50
4)インターネット	1	25
5）新聞、ラジオ、テレビ		0
6）その他		0
合計	4	100

2.この公開講座を受けて満足しましたか？		
1）とても満足した	3	75
2）満足した	1	25
3）不満である		0
3）とても不満である		0
合計	4	100

3.講師の教え方は親切・丁寧でしたか？		
1）とても親切・丁寧であった	4	100
2）親切・丁寧であった		0
3）親切・丁寧ではなかった		0
4）全く親切・丁寧ではなかった		0
合計	4	100

4.講師の人数は十分でしたか？		
1）ちょうどよい	4	100
2）多すぎた		0
3）少なかった		0
合計	4	100

5.受講料はどうでしたか？		
1）高いと思う		0
2）ちょうどよい	4	100
3）安いと思う		0
4）無料がよい		0
合計	4	100

6.開講時間は適切でしたか？		
1）ちょうどよい	3	75
2）何時でもよい	1	25
3）もっと早い/遅い方が良い		0
合計	4	100

7.これまでに函館高専の公開講座に参加した事はありますか？		
1）ある		0
2)ない	4	100
合計	4	100

8.エレキギターを作るのは　むずかしかったですか？		
1）むずかしい	2	50
2）ちょうどよい	2	50
3）かんたん		0
合計	4	100

歩行動作における準周期信号の分離方法の検討

情報工学科 18 番　坂上容子，　指導教員　今野慎介

Examination of the separation method of the associate period signal in the walk movement

SAKAGAMI Yoko

Abstract : The acceleration signal during walking consists of the quasi-periodic signals that repeat a pair of right and left steps. When we use the signals for the personal identification, it is desirable to separate the signals to every period. However, the method of separating the sequential quasi-periodic signals is not established. The purpose of this study is to develop the more accurate method of separating the quasi-periodic signals. Until now we were using correlation coefficient to separate the signals, but it doesn't indicate sufficient accuracy. So we suggest the new method of using DTW (Dynamic Time Warping) .

Key words : associate period signal, coefficient of correlation, DTW

1. はじめに

近年，携帯電話の使用方法は高度化し，通話機能だけでなく電子決済など多岐に渡るものとなっている．それに伴い，盗難に遭った際のリスクが増加している．端末の不正使用を防止するため，指紋認証や虹彩認証などのバイオメトリック認証による本人認証方法が実装されてきたが，能動的な入力操作が必要とされることから，その操作が煩わしいと感じる場面が多くある．そのため，端末の本人認証は，本人が意識しなくても，自動的に行われていることが望ましい．

解決方法の１つとして，前後・側方・鉛直の３方向の信号を得られる３軸加速度センサを用いて，歩行時の加速度信号を取得し，それをもとに自動的に本人認証を行う手法が研究されてきた．本研究室では２歩１周期の信号同士を比較し，本人認証方法の開発を行っている．

認証に用いる加速度信号は左右 2 歩分の信号を繰り返し発生する連続した準周期信号となっている．認証のためには、正確に 1 周期の準周期信号を分離する必要があるが、現状では実現できていない．本研究では準周期信号を分離する精度を向上させる方法を検討し，比較した．

2. 準周期信号の分離

2.1 現在の分離方法

本研究室で用いてきた分離方法と概略を図１に示す[1].

(1)鉛直加速度が最大値となる時刻t_nを求める．

(2) t_nからt_{len}時間後を中心としたt_s時間内にある極大値の時間を全て求める．

(3)最大値を中心としたt_w時間内の信号部分と，各極大値を中心としたt_w時間内の信号部分の相関係数を求め，最大となる時間を新たな準周期信号の始点t_{n+1}とする．

(4)次の始点 t_{n+1}から(2)～(3)の処理を行い，t_n以降の全ての始点を順に求める．

(5) t_n以前の始点についても，t_{len}を始点から引き，(3)を適用して順に求める．

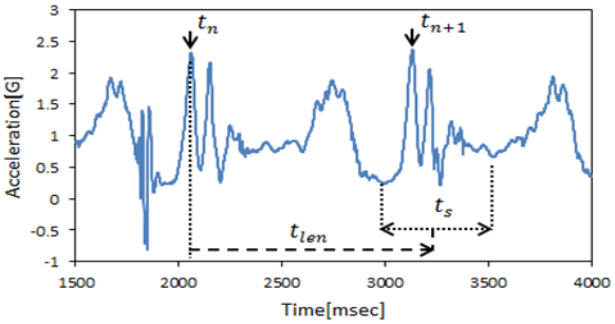


図 1:相関係数を用いた準周期信号の分離手順

2.2 DTW の実装

これまでの相関を用いた方法では，局所的な信号の相関を用いている．そこで，信号全体を比較する方が分離精度の向上を図れると考えた．

そのために，DTW(Dynamic Time Warping)により相違度を算出し，準周期信号を分離した．DTW は動的計画法を用いて比較的少ない計算量で要素数の異なるデータ同士の距離を求める手法である．人間の歩行動作の２歩にかかる時間は正確ではないため，この手法が適していると考えた．

下記は相違度の算出に用いる式である．３つの式の中で一番値が小さくなるものを相違度として採用する．基準となる信号と比較対象の信号の時間ずれ部分を非線形に伸ばすが，その都度相違度にペナルティが加算される．

今回は，相関係数を用いた方法で基準となる１周期の信号を定めてから，それと基準点からそれぞれの極大値までの信号 DTW で比較し相違度を求め，一番相違度 D(i,j)の合計が低かった信号の極大値を分離点とし，次の周期の開始点として採用した．

$$D(i,j) = min\begin{cases} D(i-1,j-1) + d(x_i, y_j) \\ D(i,j-1) + d(x_i, y_j) + GP \\ D(i-1,j) + d(x_i, y_j) + GP \end{cases}$$

3. 実験

3.1 用いた信号値

図 2 の信号値は左から，鉛直方向の加速度，側方方向の加速度，前後の加速度，合成加速度，鉛直方向の角速度，側方方向の角速度，前後の角速度である．

実験に用いた信号値は，加速度センサを脚，腰に取り付けて歩行した際の鉛直方向の加速度である．振幅値が大きく，目視でも準周期信号の周期が判別しやすいため採用した．

	A	B	C	D	E	F	G
1	10209	1667	1215	10415.32	-267	-90	15
2	10209	1667	1228	10416.84	-262	-94	9
3	10197	1677	1228	10406.69	-258	-97	4
4	10202	1669	1228	10410.3	-258	-99	1
5	10205	1657	1213	10409.56	-261	-99	1

図 2:加速度センサで取得した各信号値

3.2 測定条件

2 つの方法を比較するにあたって，以下の条件を設定した．

(a)歩行コースは平坦かつ直線状の廊下とする．

(b)被験者には，標準と思われる速度で歩行するように指示を行う．

(c)時間やタイミングを計る装置などは使用しない．

4. 結果と考察

5 人の被験者に，加速度センサを腰と脚に装着させ，50 歩~60 歩程度の歩行をしてもらった．以下の図が，それぞれのエラー率と分散をまとめたものである．エラー率とは，全ての準周期信号のうち，誤った時間で分離した準周期信号の割合である．ただし，歩行動作の開始時と，終了時は信号が不安定なため，両端の 5 周期を除外した．分散は，信号の傾向からエラー率の原因を検討するために算出した．なお，正確に分離できた準周期信号の値だけを各分散を求めるために利用した．

	被験者	相関係数のエラー率	DTWのエラー率	振幅値の分散	周期の分散
腰	A	0.04	0.37	22596923	669
	B	0.03	0.13	24068719	684
	C	0.04	0.07	16894498	396
	D	0.02	0.12	22105626	1063
	E	0.00	0.00	15380465	439

図 3:センサを腰につけた場合の，エラー率と分散

	被験者	相関係数のエラー率	DTWのエラー率	振幅値の分散	周期の分散
脚	A	0.00	0.00	31625681	283
	B	0.00	0.02	47324623	552
	C	0.04	0.09	32444570	362
	D	0.00	0.00	26417418	705
	E	0.00	0.00	53500509	272

図 4:センサを脚につけた場合の，エラー率と分散

結果として，腰と脚どちらにおいても，DTW を用いた分離方法は，相関係数を用いたものの分離精度を上回ることはできなかった．

腰と脚では，腰が比較的にエラー率が高いことがわかる．腰での DTW のエラー率が高い被験者 A の信号と，エラー率が低い被験者 E のテンプレート信号を比べてみた．

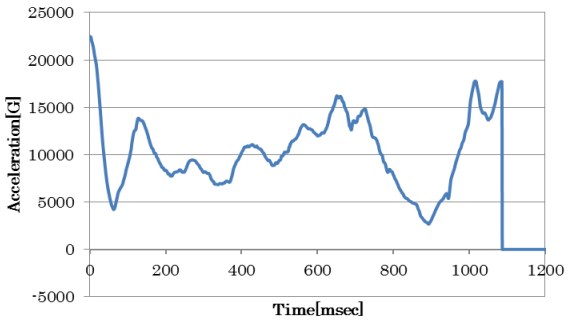


図 5:被験者 A のテンプレート信号

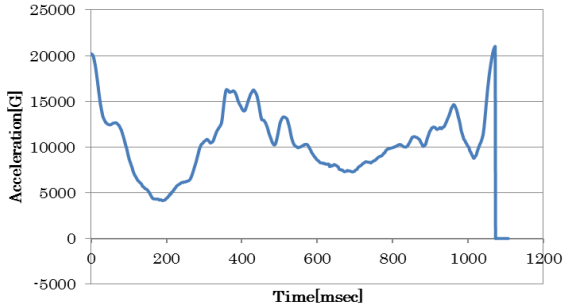


図 6:被験 E のテンプレート信号

被験者 A のテンプレート信号の分離点手前に，極大値が 2 つあるのがわかる．極大値の振幅値がほとんど同じであるため，DTW を用いると手前の極大値で誤って分離されてしまうことが非常に多く発生した．一方，被験者 E のテンプレート信号は分離点付近に他の極大値が見当たらず，かつ振幅値が高く特徴的であるため，DTW での分離も上手くいったと考えられる．また，周期の分散が小さいことから，2 歩にかかる時間の変動が小さいと言える．2 番目にエラー率が低い被験者 C のテンプレート信号も，被験者 E のものと類似の波形であった．

以上のことから，センサを脚につけた場合のように，振幅値の分散が大きく，周期の分散が小さい傾向の準周期信号の場合，DTW で周期の分離がしやすいという結果が得られた．

しかし相関係数を用いた方法と DTW を用いた方法の分離精度を比較すると，相関係数による手法のほうが優れた結果となっており，今回の実験では，信号全体を比較する方法より，局所的な極大値に着目して比較する方法が適しているという結果となった．

参考文献

[1]今野慎介，高橋修　全国大会講演論文集 2013(1)，57-59，2013-03-06　一般社団法人情報処理学会

[2]”DP マッチング”入手先〈http://www.tuat.ac.jp/~tuatmcc/contents/monthly/200207/DP.xml〉

加速度センサを用いた歩行認証法の検討

情報工学科 33 番　古館裕大，　指導教員　今野慎介

Examination of Gait Authentication Method Using Acceleration Sensor

FURUDATE Yuta

Abstract : This study aims to propose a new method for the personal identification using the acceleration in gait measured by acceleration sensor. We tried the two methods using correlation coefficient and weighted voting method. The method of authentication with correlation coefficient is considered the phase differences of quasi-periodic signals. The weighted voting method is the way to integrate the some classifiers that have different authentication capability each other. As a result of experimenting, whereas there was no improvement of in authentication by correlation coefficient, the weighted voting method indicated some improvement.

Key words : Authentication, Acceleration sensor, Correlation coefficient, weighted voting method

1. はじめに

近年，虹彩や声紋を用いたバイオメトリクス認証が研究されている．そのような認証の 1 つに「歩容認証」がある．「歩容」とは歩いているときの運動の様子のことであり，「歩容認証」とは「歩容」を基にした個人認証のことである．歩容によって観測される信号の一部は加速度センサを用いて，歩く速度と関係がある加速度や体の捻りと関係がある角速度などを検出することによっても求めることができると考えられる．

本研究では，歩行時の脚部の動作を加速度センサを用いて測定し，相関係数と重み付き加算法による認証精度について検討した．

2. 測定の概要

図 1 に加速度センサの向きと取り付け位置を示す．図に示した通り、加速度センサの x 軸を鉛直下向き，y 軸を脚の外側，z 軸を進行方向と逆向きに取り付けた．また，装着位置は携帯端末がポケットに入っていることを想定して，ポケット位置に取り付けた．歩行は傾斜の無い直線の道で行った．

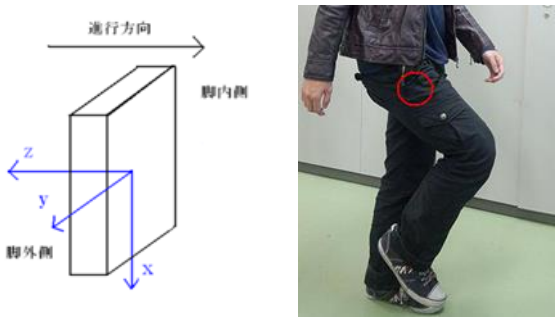


図 1：加速度センサの向きと取り付け位置

3. 相関係数を用いた認証

加速度信号は 2 歩で 1 周期の類似した信号が連続している準周期的な信号となる．図 2 は連続した信号の内の 1 周期分を抜き出したものである．

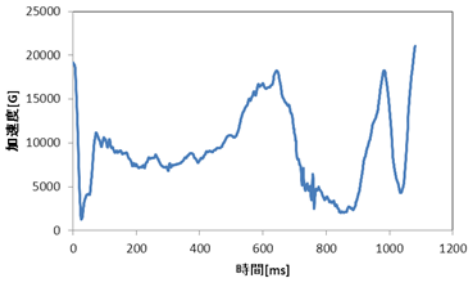


図 2：準周期信号例

提案する手法は 2 つで以下の流れに沿って行った．

(1) 信号の抽出：任意の被験者から比較するのに基準となる信号(基準信号)と比較対象の信号(比較信号)を，各々1 周期抽出する．

(2) 前処理(正規化)：時間(サンプル数)の正規化を行った．2 つの信号でサンプル数の最も多い信号を基準としてもう 1 つの信号のサンプル数を合わせた．
この段階を踏まない比較信号についても相関係数を求める．

(3) ベクトルの作成：基準信号と比較信号をベクトルで表す．基準信号を$\vec{x} = \{x_i | i = 1..n\}$，正規化した比較信号を$\vec{y} = \{y_j | j = 1..n\}$，正規化しなかった比較信号を$\{y_j | j = 1..m\}$とする

(4) 相関係数の計算：
提案手法 1：2 つの信号の終端が一致するまで比較信号の要素をずらしながら相関係数を求める．
提案手法 2：基準信号を比較信号の要素数だけ増やして相関係数を求める．比較信号の要素数が m の時，
$\vec{x} = \{x_i | i = 1..(n+m)\} = \{x_1, x_2, \ldots x_n, x_1, x_2, \ldots x_m\}$

(5) 2 信号から導出した相関係数の最大値より，閾値を決定し，相関係数が閾値よりも大きければ本人，小さければ他人であるとした．

4. 重み付き加算法

マルチバイオメトリクス認証とは，複数の識別器の出力(以下，小識別器)をフュージョン(融合)し，精度を向上させるも

のである[2]．重み付き加算法ではこのマルチバイオメトリクス認証の定義にのっとり，認証精度の異なる識別器を融合した．今回，小識別器として用いたアルゴリズムはDTWによるマッチングである．

4.1 DTWを用いた識別アルゴリズム

準周期信号において，サンプル数の違いを許容するためDTW(Dynamic Time Warping)により相違度を算出した．基準信号を$\vec{x} = \{x_i | i = 1..m\}$，比較信号を$\vec{y} = \{y_j | j = 1..n\}$とすると，以下の式を用いてD(m,n)は求められる[3]．小識別器1にこの式を適用した．

$$D(m,n) = \begin{cases} D(i-1,j-1) + d(x_i, y_j) \\ D(i,j-1) + d(x_i, y_j) + GP \\ D(i-1,j) + d(x_i, y_j) + GP \end{cases}$$

GPは非線形伸縮をした際のギャップペナルティである．最終的な相違度は基準信号と比較信号の合計長さD(m,n)を割ったものとした．相違度が閾値以下であるならば本人，閾値以上であれば他人とした[3]．

4.2 加速度信号同士のなす角度による認証

同一時刻の加速度信号値を3次元ベクトル(x軸加速度値，y軸加速度値，z軸加速度値)ととらえ，基準信号$\boldsymbol{a}_{ref}(i)$と比較信号$\boldsymbol{a}_{comp}(j)$の誤差角を基に相違度を算出する[3]．小識別器2(GP=無し),3(GP=$\pi/2$)にこの式を適用した

$$\mathrm{d}(\boldsymbol{a}_{ref}(i), \boldsymbol{a}_{comp}(j)) = arccos \frac{\boldsymbol{a}_{ref}(i) \cdot \boldsymbol{a}_{comp}(j)}{\|\boldsymbol{a}_{ref}(i)\| \|\boldsymbol{a}_{comp}(j)\|}$$

4.3 識別器の統合

識別器の精度は一般的にEER(等価エラー率)により評価される．EERを求めるには本人を他人と認識するエラー率(FRR)と他人を本人と認識するエラー率(FAR)が等しくなるように調整する．EERが小さければ小さいほど精度のよい識別器となる．今回表1に示すような精度の識別器3つを用いた．

表1：用いた小識別器

	EER
小識別器1	0.063
小識別器2	0.026
小識別器3	0.027

統合する際にEERが小さい識別器の認証結果を重視するため，各識別器に重みを与える．与える重みの式は以下で計算した．

$$\omega_i = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{EER_i}{\sum_{i=1}^{3} EER_i}\right)$$

また，小識別器i (i=1..3)の出力(相違度)を$D_i(m,n)$，相違度をλ_iとして，次の関数を定義した．

$$\mathrm{f(x)} = \begin{cases} +1\ (x > \lambda_i) \\ -1\ (x \leq \lambda_i) \end{cases}$$

統合するときは以下の式で計算した．

$$\omega_{sum} = \sum_{i=1}^{3} \omega_i \times f(D_i(m,n))$$

最後に統合したときに同様に閾値を設け，ω_{sum}が閾値より大きい(+の値)であれば正しい識別，小さい値(-の値)であれば誤認識として評価を行った．

5. 結果

最終的な結果を図3，表2に示す．

相関係数を用いた認証は時間軸正規化無し，提案手法2がEER=0.042で最も良い値が出た．重み付き加算法では，EER=0.063の小識別器1を含むにもかかわらず，統合した際には統合識別器のEER=0.025となり，改善が見られた．単独の識別器を使うよりも複数の識別器を統合した手法のほうが良い結果が得られることが示された．

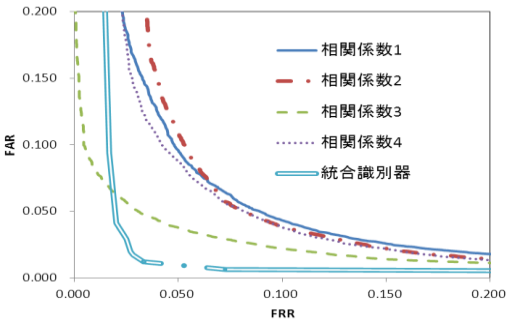


図3：各手法のROC曲線

表2：結果

	EER
相関係数1(時間軸正規化無、提案手法1)	0.069
相関係数2(時間軸正規化、提案手法1)	0.067
相関係数3(時間軸正規化無、提案手法2)	0.042
相関係数4(時間軸正規化、提案手法2)	0.065
小識別器1	0.063
小識別器2	0.026
小識別器3	0.027
統合識別器	0.025

参考文献

[1] バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム 著，バイオメトリックセキュリティ・ハンドブック pp.2-24 (オーム社，2006)

[2] 篠永崇史，重み付き加算フュージョン法におけるウルフ対策，中央大学修士論文

[3] 今野慎介，高橋修　全国大会講演論文集 2013(1)，57-59，2013-03-06　一般社団法人情報処理学会

講演番号 23

学内用写真共有 web アプリケーションの開発

情報工学科 26 番　建部紘行，　指導教員　今野慎介

Development of system for photo sharing in school

Hiroyuki Tatebe

Abstract: The purpose of this study is to develop the photo sharing system in the closed community. In order to make this system available from any computer terminal the system was built as a web application. Comparing the existing-photo sharing systems with our system, our system enables to share the photos easier, because it is unnecessary to do complicated pre-operation to share the photos. From the above, this proposed system was effective in the closed community.
key words: Photo Sharing ,　JSP , Servlet

1. はじめに

カメラ機能が付いた携帯電話の登場、普及により、それまでデジタルカメラなどを持っていなかった人でも気軽に写真を撮って電子媒体で保存することが可能になった。最近では Flicker、Picasa 等の写真、画像共有サービスが開始され、世界中で利用されている。

これらのサービスはブログなどに利用し全世界に公開するといった「1 対多数」での共有が主となっており、学内やクラス内などで利用するための「多対多」での共有を目的としてはいない。また、これらのサービスを利用するためには、写真などの個人データをインターネット上のサーバにアップロードする必要がある。このような個人情報をインターネット上にアップロードする行為は決して安全とは言えず、たびたび問題が起きている。

この問題を防ぐ一つの方法として、閉鎖されたネットワーク内のみで利用できる写真共有サービスが考えられるが、このようなサービスを行うアプリケーションは存在していない。

本研究は学内の閉鎖された LAN に設置することを前提とした web アプリケーションを開発し、生徒同士の「多対多」の写真共有を簡単かつ安全にできるようにすることが目的である。

2. 開発環境

サーバ /Web コンテナ	: Tomcat7.0
DBMS	: MySQL 5.6
開発言語	: Java version 1.7.0_25

3. web アプリケーションの概要

本研究では作成する web アプリケーションについてプラットフォームを選ばない、ユーザーの増加に強い、といったメリットがあることからサーブレットを使用しそれに合わせ表示部分を JSP で作成することにした[1]

作成した web アプリの主な機能は以下である

・写真閲覧（サムネイル自動生成、ソート機能付き）
・タイトル、タグによる写真検索
・写真のアップロード

web アプリケーションの機能概要を図 1 に示す。

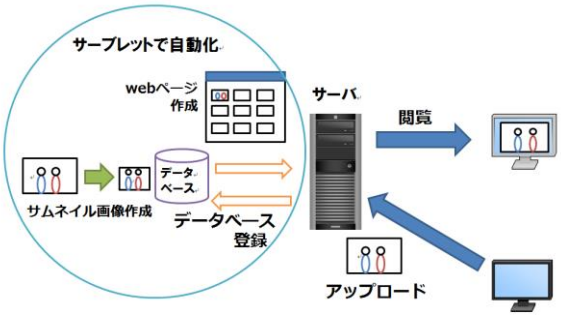


図 1. web アプリケーションの機能概要

3.1　データベースの仕様

データベースには

・URL から年度情報を特定するためのクラステーブル
・写真についての各種情報を管理するデータテーブル
・写真に付けられたタグを管理するタグテーブル

上記の 3 つのテーブルを作成した。各テーブルとカラムの対応表を表 1 に示す

表 1. テーブルとカラムの対応表

テーブル名	カラム
クラステーブル	乱数、年度、クラス
データテーブル	ID、タイトル、画像の相対パス、年度、クラスetc…
タグテーブル	ID、タグ、年度、クラス

3.2　web アプリケーションの仕様

①web アプリケーションへのアクセス

利用者に配布する各クラス用の URL には

http://10.30.2.135/accesss.jsp?a= 4C420D27F4

といったように末尾に乱数が付与されている。この末尾の乱数から利用者の年度、クラスを特定することが可能

になっている。

②画像のアップロード
　タイトルなどの必要な情報を入力し写真を選択することにより写真のアップロードができる。データベース登録やサムネイル画像作成は自動で行われる。アップロード画面のスクリーンショットを図 2 に示す。

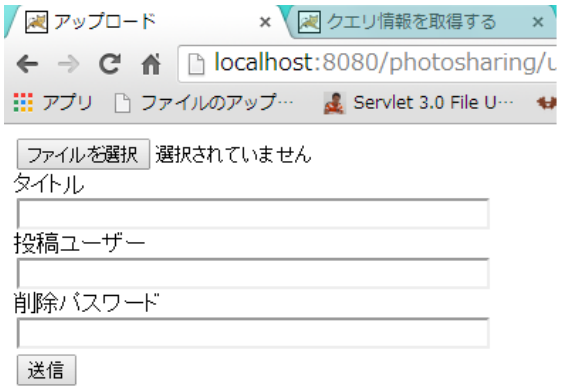


図 2. アップロード画面

③画像の閲覧
　ユーザーと同じ年度クラスの写真だけが一覧で表示される。サムネイルをクリックすることにより写真の個別ページに ID 情報を渡し遷移する。写真一覧表示画面のスクリーンショットを図 3 に示す。

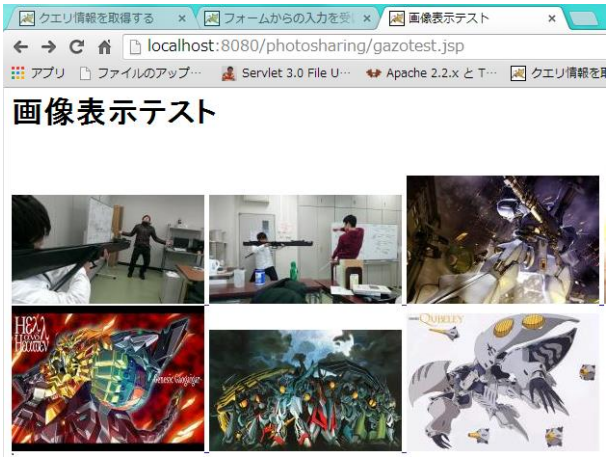


図 3.写真一覧表示画面

④写真詳細表示
　受け取った ID 情報を元に該当する写真とタイトル、ユーザーや日付となどを表示する。写真詳細表示画面のスクリーンショットを図 4 に示す。

⑤タイトル、タグ検索機能
タイトルかタグどちらかのラジオボタンにチェックを入れフォームのテキストボックスにキーワードを入力する。指定されたキーワードをデータテーブルもしくはタグテーブルに問い合わせの検索結果を写真一覧表示と同様の画面で表示する。

図 4.写真詳細表示画面

4. 現行サービスとの比較

　本研究で作成したシステムと現行のサービスを比べると、現行のサービスはインターネット上で利用することから、使用の前にアカウント開設など準備が必要であり、安全に利用するためには写真ごとに公開範囲の設定作業が存在するなど、利用者の負担になる操作が必要であった。それに比べ、本研究で作成したシステムはイントラネット専用である点を利用し、アカウント開設作業や、公開範囲の設定作業を不要とした。これによって利用者の負担を軽減させることに成功した。

5. 今後の課題

　現段階では当初実装予定であった写真のアーカイブ化機能や例外処理についても完了していない。例外が起きた場合には tomcat 側からエラーページが表示されるようになっている。画面デザインに関しても一切行っていないため、操作手順自体については既存サービスよりも簡単なものの、ユーザーインターフェースにおいては劣っている。また、実際にこのシステムを運用した際には、新たな年度、クラスをデータベースに登録する作業が必要になってくるが、そのための管理者用の機能の開発に関しても未着手である。今後はこれらの実装についても検討する予定である。

参　考　文　献

[1] 山田 祥寛 (2004)『10 日で覚える JSP/サーブレット入門教室　第 1 版』　翔泳社

学習者の苦手分野を特定する英文穴埋め問題解決システムの開発

情報工学科 15 番　久保大貴，　指導教員　倉山めぐみ

Develop a Support System of English Sentence Fill-in-the-blank Questions Specifying Learner's Poor Part

KUBO Hirotaka

Abstract: This study develops a support system of English sentence fill-in-the-blank questions. In recent years, studies have been conducted on utilizing the characteristic of a learner. The characteristic is the intelligence, personality, learning style of the learner and so on. The system specifies learner's poor part to utilize the characteristic. It feeds back the poor part to a learner immediately. In order to feed back immediately, the system classifies the questions into the part of grammar and specifies the poor part to utilize the result of the questions.
Key words: support system, learner characteristic, immediate feedback

1. はじめに

近年，教育や学習の場に ICT が入り，教育や学習に対するデータを 1 度に大量に取得する場面が多くなった．その中でも学習者もしくは受講者に対するデータを取得できるようになり，このデータを基本としたさまざまな分析が行われている．この学習者に対する分析から特性を取り出す学習者特性の研究が盛んに行われている[1]．さらに，教育の場の ICT 化に伴い，パソコン等の情報機器を学習者一人に対して 1 つ保持できるようになり，ICT 上での学習が可能となっている[2]．しかしながら，ICT 上で学習を行い，その結果を分析し何かしら学習者にフィードバックを返すには時間がかかるのが現状である．

本研究では，既存のシステムのように問題の正誤などだけでなく，学習者の英文法における苦手分野を即時にフィードバックし，学習者が苦手分野を把握できるシステムを作成する．苦手分野を即時フィードバックすることで，その場で学習者が自身の苦手分野を知ることができ，その分野を重点的に学習することができる．

2. 学習者特性

学習者特性とは，知力や性格，学習スタイルなどの内的学習者要因と考えられている[3]．一般的には，個々人の特性を特定するには，その人の学習データやプロフィールなどを基に細かく分析が行われる．学習者特性を研究対象とした研究例と本研究での学習者特性について述べる．

2.1 学習者特性の例

LMS の学習履歴から学習者の行動を抽出し，そのデータから行動が似ているグループを分離し，そのグループごとの特徴があるかどうかについて分析を行った研究がある．この分析の結果，グループの学生ごとにはっきりとした特性があることが分かった．

2.2 本研究での学習者特性の利用

本研究でも，学習履歴から学習者個人の特性を判断するが，即時に学習者にフィードバックしたいため，他の手法を提案する．即時フィードバックを可能にするために，問題ごとの正解率からしきい値を決め，その値で苦手分野を判断していく方法を提案する．

本システムが対象とする学習は英文法の分野であり，学習者の対象を大学受験程度の英文法を取得したいものとしている．英文法の苦手な分野を即時に特定するために，英文法の分野について問題集[4]を用いて分析を行った．その結果は表 1 に示す通りである．しかし，全範囲を対象とするのは，学習者にとって負担となるため，本研究では表 1 の四角で囲ってある部分のみとした．

表 1　出題分野

時制	現在，過去，未来，進行形，現在完了，過去完了，未来完了
比較	原級，比較級，最上級
分詞	現在，過去
受動態，仮定法，動詞，不定詞，助動詞，動名詞，形容詞，副詞，関係詞	

3. 提案システム

3.1 システムの流れ

分野がランダムの英文穴埋め問題 100 問[4]を出題し，学習者が解答する．学習者が問題全てに解答した後，正誤と苦手分野の判定を行う．また，判定結果を表示する．

図 1 に流れを示す．

図 1　システムの流れ

3.2 システム画面

問題画面は，図 2 で示しているように英文穴埋め問題文，空欄に入れる選択肢 A～D，次の問題へ行くボタンで構成されている．学習者は，問題文の空欄に当てはまると思われる選択肢を，A～D

より 1 つ選択し，次の問題へボタンを押下する.

結果画面には, 図 3 のように正誤の一覧と解答結果からシステムが判定した学習者の苦手分野を表示する.

図 2 問題画面

問 1 ○	問 2 ×	問 3 ×	問 4 ○	問 5 ○
		…		
問 96 ×	問 97 ○	問 98 ○	問 99 ×	問 100 ×

あなたは…が苦手です

図 3 結果画面

3.3 診断とフィードバック

システムには各問題の正解と英文法の分野を持たせており, それより学習者の解答の正誤を判定する. 各分野での正解率を基にしきい値を決め，学習者の苦手分野を診断する予定である.

また，学習者が全問解くまでフィードバックを返さないので, システムで学習者の解答のデータを保持しておく.

4. まとめ

本研究では, 学習者に苦手分野を即時フィードバックするために，英文法の分野について問題集を用いて分析を行い，その結果を踏まえ，出題する問題を選択した．システムは，図 4 の円で囲んだ部分の問題画面と, ボタンを押下した時の画面遷移まで構築できた.

今後は，パネルの更新，削除を用いるボタンの画面遷移に改良し，結果画面を作成する．また，システム構築後に利用実験を行い, 学習者の苦手分野をシステムが正しく判定できているか調査する.

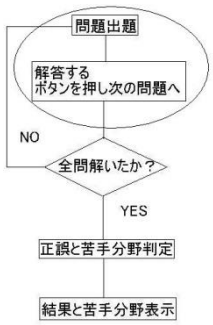


図 4 構築できた部分

参考文献

[1] 山川修 : LMS の学習履歴からわかる学習者の行動特性 (教育システム情報学会第 38 回全国大会論文集 pp.21-22 (2013)

[2] アルクで身につく！TOEIC テスト文法特訓編；http://www.alc.co.jp/eleaming/app/t_grammar/

[3] 山崎朝子：学習者論 -学習者の個人差と第 2 言語学習-

[4] 瓜生豊，篠田重晃 ： 大学受験スーパーゼミ 全解説 入試頻出英語標準問題 1100

作問学習支援システムにおける学習者の誤りの分析
ー フィードバックが学習者に与える影響ー

情報工学科 25 番　竹山 和希，　指導教員　倉山 めぐみ

Learners' Mistakes by the Interactive Environment for Problem-Posing
--- Effects of the Feedback on Learners ---

TAKEYAMA Kazuki

Abstract: We developed an interactive environment for Learning by problem-posing for arithmetic word problems "MonsakunII". Although this system has already been used by children of the elementary school, there was a time the rate is low. We think that this factor depends on that children do not read feedback and feedback is short. Investigation has been made the effects on the feedback of this system used by National College of Technology students.

Key words: problem-posing, learner's mistake, feedback

1. はじめに

コンピュータ上で問題を作成することを目的とした作問学習支援システムの開発・運用が行われている[1][2]．その中の１つに，２項の和もしくは差で解くことができる算数の文章題を作成する学習支援システム「モンサクンⅡ」がある．モンサクンⅡは，作るべき問題の条件（式や問題文中の物語）が示され，与えられた単文カード群からカードを取捨選択して問題を作成する．その後，問題ができたと学習者が判断したら，答え合わせボタンを押すことで作成した問題の正誤判断を行い，その結果が学習者にフィードバックされる．

これまでに，モンサクンⅡを取り入れた算数の授業が行われており，作問できるようになったという有効性が示せた[1][3]．しかし，その実験の中で，児童が問題を作成しているにも関わらず，正解率が低いまま変化しない時間帯が見受けられた．この理由として，児童が正しい問題についての知識を持っていないもしくは，知識を利用できていないことやシステムからのフィードバックを読んでいないや活用されていないことなどの可能性が考えられる．本研究では，システムからのフィードバックに焦点を当て，モンサクンⅡのフィードバックを学習者に与える場合と与えない場合でどのような変化が起こるかについての利用調査を行い，その結果の分析を行った．

2. 作問学習支援システムについて

2.1 支援システムの概要

作問学習支援システム「モンサクンⅡ」の作問インタフェースを図 1 に示す．モンサクンⅡでおこなう作問を行うために，学習者に式と単文カード群が与えられる．与えられた式で解くことのできる問題を，単文カード群の中から取捨選択し，並べることで問題を作成する．作成された問題は，２つの具体的な単文と，１つの ”？” が入った単文，「？はいくつでしょう」という固定された単文で構成される．学習者は問題の作問を終えると，左側の「答え合わせ」ボタンを押すことでシステムが診断を行い，学習者にフィードバックを与える．

2.2 診断とフィードバック

学習者に提供される単文カードには，メタデータとして，(1)単文の種類，(2)取り扱っている対象物(オブジェクト)，(3)数量を保持している．単文の並び方から物語構造(問題文中の物語を本論文では物語構造とし，合わせる問題，増える問題，減る問題，比べる問題の４つとしている)を判定し，その物語構造に沿って対象物と数値の関係から問題が表す数量関係の式(本研究では関係式とする)を導くことができる．この関係式から，未知の値を求める式(本研究では計算式とする)を導き，与えられている課題との比較を行っている．比較の結果，合致している場合は正解となる．合致していない場合，本システムでは，課題から導くことができる正しい問題と比較し，その差が１箇所の場合はその部分を指摘し，２箇所以上の誤りがある場合は誤りを含む単文を指摘し，再検討するようにフィードバックを返している．

例として，学習者が作成した問題が適切でなかった場合の問題とフィードバック例を図２に示す．図２では『「8−6」の式で計算できる「ふえるといくつ」のおはなしをつくろう』という課題が提示され，学習者は『みかんが８こあります．みかんを？こもらいます．みかんが６こあります』と解答している．この解答に対しシステムは，『1 ばんめと 3 ばんめのカードのかずからは「8−6」のおはなしをつくることができないよ。』と返している．このときシステムでは，自身が持つ正解のメタデータと作成された問題の各単文カードが持つメタデータを比較して，誤りの判定をおこなっている．この場合，２文目に増加に関する単文があることから，学習者が作成した物語構造を「増える問題」として診断している．作成した問題から関係式が「8＋?=6」求められるので，関係式から求められる計算式「6−8＝?」

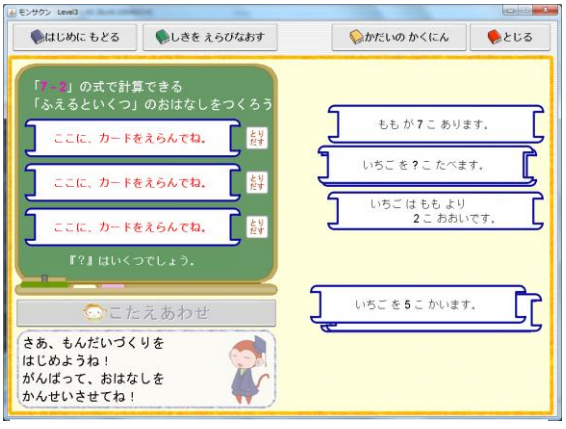


図1：作問インタフェース

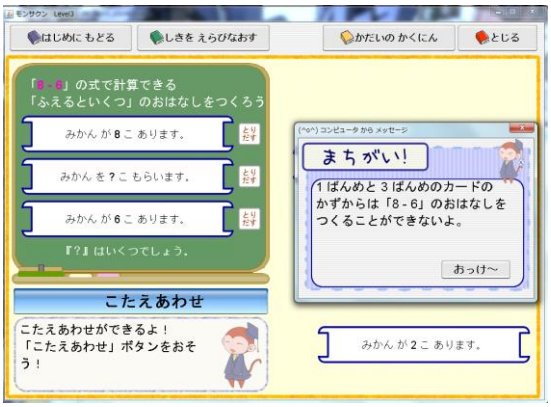


図 2：誤りの指摘の例

と課題の式「8−6＝?」が一致しない．一致させるには関係式を「6＋?＝8」にする必要があるので，1 文目と 3 文目のカードが間違っていることになる．そのため，システムは 2 文目を残しつつ，1 文目と 3 文目の変更を促すコメントを表示している．

2.2 授業利用における誤り

モンサクンⅡを用いた算数問題の授業を，国立大学附属小学校の 2 年生 1 クラス(39 名)を対象として，7 時限(1 時限 45 分、5 週間)に渡り実施された研究[3]では，多くの学習者の誤りの特徴として，課題レベル 3 の時に式が引き算で，問語構造が「ふえるといくつ」と問われた課題において，連続して間違った解答をおこなう傾向があった．学習者が,課題レベル 3 をクリアできなかった理由として，逆思考問題の作成に行き詰り,システムが行き詰りの解消ができなかったことが挙げられる．特に誤りが 2 つ以上存在した時，多くの学習者には”3 つのカードの順番を無秩序に入れ替える”，”3 つのカードを他のカードと全て入れ替えてしまう”といった，フィードバックを考慮しない又は伝わっていないと思われる傾向が見られた．

例として，『「8-1」の式で計算できる「ふえるといくつ」のおはなしをつくろう』という課題に対し，学習者は『たまねぎが 8 こあります．たまねぎを？こかいます．たまねぎが 1 こあります.』と解答し，システムは『1 ばんめと 3 ばんめのカードのかずからは「8-1」のおはなしをつくることができないよ』と返した．これは，1 つ目のカードの”8 こ”という部分と，3 つ目のカードの”1 こ”という部分が誤りであることを指摘している．しかし，学習者は『たまねぎが 8 こあります．たまねぎを?こかいます．たまねぎが 7 こあります.』と答え，3 つ目のカードのみを入れ替えたが，再度同じ文がシステムから返ってきた．その後も，同様の文がシステムから返ってきており，学習者が行き詰まり，フィードバック文で解答を改善できていないことがわかる．

3. 利用実験

3.1 実験概要

前節で述べた実験では小学生を対象として行っていたが，今回は函館工業高等専門学校の学生を対象とする．問題を解くための知識が十分にあると思われる学生を対象とすることで，誤りが発生した場合でも，フィードバックによる指摘があれば適切な修正が行われるはずである．この仮定に基づいて，利用データからフィードバックが学習者に影響を与えているか，検証をおこなうことが実験の目的である．

実験の詳細としては，函館工業高等専門学校の学生 19 名を対象とし，「モンサクンⅡ」を使用した実験をおこなう．実験の内容として生徒を 2 つのグループに分け，1 つのグループには従来の「モンサクンⅡ」を，もう 1 つのグループには正誤判定しか返ってこないシステムの「モンサクンⅡ」を利用してもらう．利用状況として制限時間を 10 分とし，level3 の「ふえるといくつ」の問題 6 問を解答してもらう．(6 問の内，初めの 2 問は物語構造の保持する演算と計算式が一致し，残りは一致しないものとする．) その後システムを入れ替え，再度利用してもらう．

3.2 学習履歴の分析

本研究では，システムからのフィードバックに焦点を当て，モンサクンⅡのフィードバックを学習者に与える場合と与えない場合でどのような変化が起こるかについての利用調査を行い，その結果の分析を目的として，特に行き詰まりが多かった 3 問目に注目し，正解に辿りつくまでの作問がフィードバックに沿っていたか，フィードバックがあることで作問数は減少したのかを分析した．その結果，フィードバックがある場合の方が必要な部分に対しての修正はおこなわれる傾向があったが，修正内容によっては 2.2 節で述べた小学生と同様に，フィードバックの指摘に対して適切な修正でない解答が見られた．高専生の解答では特定のカードの誤りを指摘するフィードバックであった場合には，正しく誤りを修正できていることが大半を占めていたため，1 つの誤り又は特定のカードに対するフィードバックは有効であったと考えられる．

1 回目にフィードバックがなかった場合のグループが，2 回目にフィードバックがあるシステムを利用した際には，もうひとつのグループと比べて正解数が増える傾向があった．これは作問に慣れたことに加えて，フィードバックによる指摘がによって適切な修正が行われたことが原因であると考えた．

これらの傾向から，フィードバックは学習者に影響を与えているものと判断できる．

4. まとめ

本稿では，学習支援システムの概要説明と，システムを利用した小学生の実験データをもとに学習者の誤る原因に着目し，高専生を対象に利用実験をおこなうことで，フィードバックが学習者に与える影響について分析を行った．その結果，修正箇所を特定するフィードバックに関しては，学習者に対して有効な影響を与えていることが判明した．今後の方針としては，本来の対象である小学生の利用データからの検証や，人数を増やすことで差を明確にする等内容を精査したい．

参考文献

[1] 倉山めぐみ, 平嶋宗：逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システムの設計開発と実践的利用 人工知能学会論文誌 Vol.27, No.2, pp82-91,(2012)

[2]平井佑樹, 櫨山淳雄, 井上智雄:学習者による作問に基づく学習支援システムの分散非同期環境への適用とその効果, 教育システム情報学会誌 Vol.27, No.1, pp.62-73,(2010)

[3] M. Kurayama, M. Murakami, T. Hirashima : *Analysis of Lesson using Interactive Environment for Learning by Problem-Posing in Elementary School Arithmetic*, *Proc. of E-LEARN2012*, pp.1511-1517, (2012).

カード選択方式を用いた証明問題解決支援システムの開発

情報工学科 21 番　佐々木祐樹，　指導教員　倉山めぐみ

Developed of Interactive Environment for a Proof Question by Putting Together Cards

SASAKI Yuki

Abstract: In this study, we develop an interactive environment for a proof question of congruent triangle by putting together cards. Proof question is said to raise a logical thinking. We intended congruent triangle to form the basis of proof. In the system, a learner putts together cards writing an assumption and conclusion needed for the proof question. The system judges a learner's answer and feeds back a result to a learner.

Key words: putting together cards, proof questions, logical thinking

1. はじめに

近年，論理的思考力に注目が与えられている[1]．その理由として，就職や進学における面接の場など，論理的に考え表現する場が増えたことが考えられる．一方で，その力を育成するための場については変化があるとは言えない．論理的思考力を育成するものとして，プレゼンテーションや作文などがあげられるが，その中に，証明問題の解決もあげられる．証明問題は，プレゼンテーションや作文とは異なり，与えられた問題に対して既に分かっている事柄（仮定や条件）から分かりたい事柄（結論）を導くものであり，仮定，条件，結論等がすでに与えられているのである．そのため，他の方法に比べ，論理的思考力を育成しやすいと考えている．

さまざまある証明問題の中で，最初に学習するのが図形の証明問題であり，その中でも基本となるのが，三角形の合同の証明である．本研究では，三角形の合同の証明についての学習を支援するシステムとして，コンピュータ上で証明を行うための手法の提案，正誤判定と学習者へのフィードバックを作成する．

2. 証明問題の構造

証明問題は，「仮定」と「結論」から成り立っており，結論を導くための条件（三角形の合同条件や相似条件など）とその条件を利用するために必要な要素を見つけ，記述していくことで解決していく．

図 1 は，三角形の合同の証明を利用して解くことができる問題である．この問題全体における仮定と結論は，「右の図において，点 D,E をそれぞれ線分 AC,AB 上の点としたとき」が仮定であり，「AB=AC である」が導くべき結論である．この結論を仮定から直接証明することができないため，仮定から 2 つの三角形の合同を証明し，その結果を利用し結論を導く必要がある．

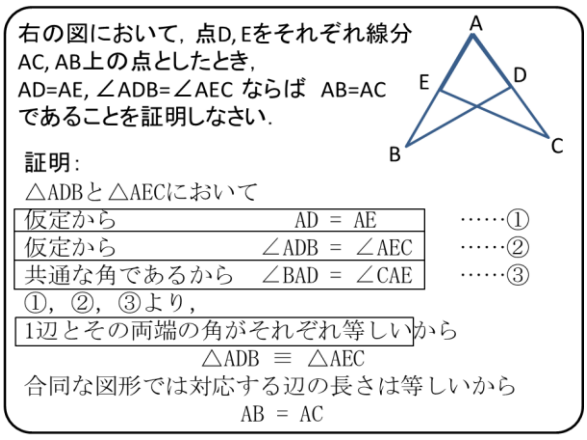


図 1　三角形の合同の証明問題例

まず，2 つの三角形の合同の証明部分において，証明するのに必要な条件は，「3 辺がそれぞれ等しい」「2 辺とその間の角がそれぞれ等しい」「1 辺とその両端の角がそれぞれ等しい」の 3 つであり，これらの条件を使うためには仮定から導かれる 3 つの要素が必要となる．図 1 では，「仮定から AD=AE」「仮定から ∠ADB=∠AEC」「共通な角であるから ∠BAD=∠CAE」の 3 つが仮定であり，条件を使うために必要な要素となる．これらの要素から導かれる条件は「1 辺とその両端の角がそれぞれ等しい」であり，これらから△ADB と△AEC が合同であるということが証明できる．

次に，2 つの三角形の合同を仮定として，2 つの辺「AB=AC」となることを証明している．

本研究では，三角形の合同の証明部分を扱うことから，図 1 中の四角で囲まれた部分を学習者が考える部分となるよう，支援システムを構築する．

3. 提案するシステム

3.1 証明問題の出題方式

証明問題の出題方式には，最初から最後まで全てを学習者が記述する「記述式」，証明問題の一部分を空欄にし，空欄に学習者が正しい式や文字を入れる「穴埋め式」，カードを選択して証明を完成させる「カート選択方式」がある．

記述式の場合，学習者が全て考え記述することから学習効果が高いと言えるが，学習者一人一人によって書き方が微妙に異なるなどの点からシステムでの正誤判定が難しいことや，学習者の作業量が多く，初学者にとっては困難な作業になるといった欠点が挙げられる．穴埋め式の場合，空欄に文字を入れるだけで良いためシステムでの正誤判定は容易であり，証明のある一部分を考えればよいので作業量は少なく，初学者にとっては取り掛かり易い方法といえる．しかし，慣れてくると空欄の前後のみを読むだけで解けてしまうこともあるため学習効果が上がらなくなるといった欠点が挙げられる．

これらに対して，本システムで提案するカード選択方式は，「仮定より　AB=CD」のような一文が書かれたカードを複数枚用意し，カードを入れることができる空欄が用意された証明部分にカードを選択してドラッグアンドドロップで埋めていく方式のことで[2][3]，記述式や穴埋め式と違い仮定を学習者の見つけた順に配置することができ，なおかつ仮定の順番が固定されていない状態での正誤判定が他の方式に比べて容易であるため，より良い学習効果とシステムの単純化に優れているといえる．そこで，カード選択方式を利用した証明問題解決支援システムの開発を行った．

3.2 システムの概要

今回開発するシステムは開発言語に Java を使用し，Windows 上で動作させるものとした．

システムの流れとしては，起動すると画面上に問題が図２のように表示され，右下のカード群から左側の証明の空欄部分にカードをドラッグアンドドロップで移動させ空欄を埋めると解答ボタンが押せるようになり，解答ボタンを押すことによってシステムが正誤判定を行い，フィードバックを返すというものになっている．

カード群は 8～15 枚のカードで構成され，カードの内容には大きく分けて「仮定のカード」と「条件のカード」の２つがある．仮定のカードは「○○より△△」といった形の単文で作られ，正解となる文の他に誤った内容のカードも含まれている．誤った内容のカードは全く関係の無いものではなく，問題から導出することはできるが証明には利用しない式といった内容にすることで学習者がカードの内容について考える過程を作り，より良い学習効果を得られるようにしている．また，条件のカードは三角形の合同条件である「3 辺がそれぞれ等しい」「2 辺とその間の角がそれぞれ等しい」「1 辺とその両端の角がそれぞれ等しい」の３つ全てのカードが必ず存在するようにしている．

このシステムを使った学習の流れは，学習者が画面右上の問題文を読み，カード群から正しいカードを探し出し，そのカードをドラッグアンドドロップで左側証明部分の空欄に移動させる．空欄の上でカードを離すとカードがはめ込まれる．一度はめ込まれたカードを外す時は，カードをクリックすることでカード群の中に戻るようになっている．空欄全てをカードで埋めて解答ボタンを押し，出てきたフィードバックを元にカードの変更を行う．

3.3 正誤判定の方法

空欄をすべて埋め，解答ボタンをクリックするとシステムが正誤判定を行う．システムはあらかじめどのカードをどこに入れると正解になるのかという情報を保持している．その情報を利用して正誤判定を行うため，現在はフィードバックの内容として正誤のみを返す．画面上では新しいウィンドウにそれぞれ，正解の場合は「正解です」というメッセージを，不正解の場合は「不正解です○枚目のカードが間違っています」というメッセージを表示する．正解の場合メッセージウィンドウを閉じた時点で問題を終了する．不正解の場合はウィンドウを閉じても問題は終了せず，カードを選択する場面に戻る．

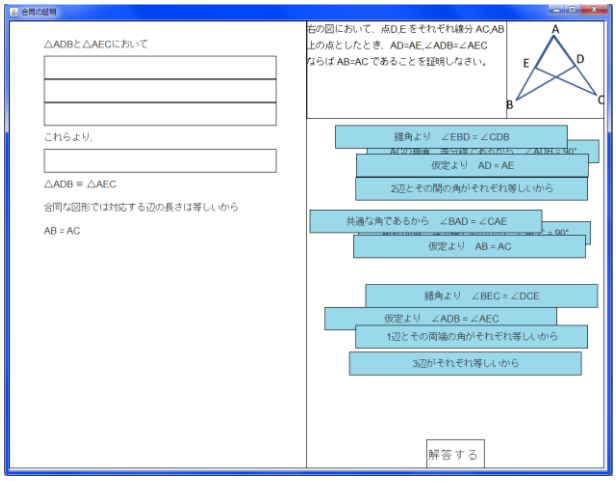


図２　実行画面

4. まとめ

本研究では三角形の合同の証明問題を取り上げ，コンピュータ上で正誤判定をするシステムを提案し，開発した．今後の課題として，解答の診断結果をより詳しいものにし，学習結果の解析を行えるようなデータを取れるシステムに改良していく．

今後の課題として，現在のシステムでは，システム側が正解の情報を持つことで診断可能となっているため，多種多様な証明問題には対応できない．そのため，システムが証明問題を解き，その結果と学習者との比較を行うことで判断ができるようにしていく必要がある．そのためには，プログラミング部分ではなく証明問題の構造を明かしていかなければならないと考えられる．

また，今の状態では問題が出題されてから解くまでの一連の流れしか動作せず，学習記録などが残らない状態であるため，学習者の解答履歴や学習の進行具合などを記録し，結果の解析に必要なデータを取得できるようにシステムを改良していく必要がある．

参　考　文　献

[1] 清水宏幸：全国学力・学習状況調査の結果にみる中学校数学科の指導上の課題 –記述式問題に焦点を当てて- (日本数学教育学会誌 第 94 巻第 9 号 pp.38-41 ― 2012)

[2] 横山琢朗，平嶋宗，岡本真彦，竹内章：単文統合としての作問を対象とした学習支援システムの設計・開発 (教育システム情報学会誌 Vol.23 No.4 pp.166-175 ― 2006)

[3] 倉山めぐみ，平嶋宗：逆思考型を対象とした算数文章題の作問学習支援システム設計開発と実践的利用 (人工知能学会論文誌 Vol.27 No.2 pp.82-91 ― 2012)

Android 端末を利用した Bluetooth 通信によるプレゼンス管理システムの提案

情報工学科 41 番　横山恭平，　指導教員　藤原孝洋

Proposal on a Presence Management System using Bluetooth of Android Terminals

YOKOYAMA Kyohei

Abstract : Presence management which comprehends the conditions of persons or objects draws attention in business. Presence management systems usually employ RFID (Radio Frequency IDentification) tags. However, such systems using RFID tags and reading devices (readers) require a dedicated environment. In this study, we propose a presence management system using widely used Android terminals and Bluetooth communications to resolve an issue about versatility. We developed a fundamental system to manage terminals residing in a room.

Key words : Presence management, Android terminal, Bluetooth communication

1. はじめに

人やモノの状態，状況のことを“プレゼンス”といい，これを管理することは，ビジネスにおいて重要視されている．わかりやすい例では，人については入室情報や在席情報の管理，モノについては位置情報の管理がそれぞれ挙げられる[1]．

このプレゼンス管理システムには，一般的に“RFID”と呼ばれる技術が用いられる．身近な例として，Suica や PASMO といった乗車カードや，社員証によるセキュリティロックなどがある．しかし，これを実現するには，専用のタグやリーダが必要となるため，導入コストがかかる．また，タグを取り付けた IC カードを常に持ち歩かなければならない．

そこで本研究では，これらを解決するため，タグを Android 端末に，リーダを PC にそれぞれ置き換え，“安価に実現できるプレゼンス管理システム”を提案する．Android 端末は，現在では多くの人が所持し，外出の際にも持ち歩くため，ユーザの行動を把握する目的で利用できる．なお，Android 端末 - PC 間の通信方法には，ほとんどの Android 端末に標準搭載されている“Bluetooth”を採用する．

2. 関連技術

2.1 RFID

RFID (Radio Frequency IDentification)とは，ID 情報を埋め込んだタグ(RF タグ)から，電磁界や電波などを用いた数 cm ～数 m(周波数帯によって変動)の無線通信により情報のやりとりを行うもの，およびその技術全般を指す[2]．

2.2 RFID 技術を使用したプレゼンス管理システム

RFID を用いたプレゼンス管理システムでは，人が RF タグを常時携帯し，リーダの読み取り可能範囲に入るとタグの情報を読み取り，入室状況や在席状況を把握し管理する．これにより，タグを携帯している人の所在地(本人の机，会議室，外出中など)の情報を得ることができる．

3. Android 端末を利用したプレゼンス管理システム

3.1 概要

本研究で提案するプレゼンス管理システムは，情報タグとして Android 端末を，リーダとして PC を利用し，情報管理のためにサーバを設置する．このシステム構成図を図 1 に示す．

Android 端末のアプリケーションソフトで Bluetooth 通信を用いて ID を送信し，PC で受信する．PC は時刻情報を付加して，その ID 情報をサーバに送信する．サーバは ID をチェックし，あらかじめデータベースに登録されている ID の場合のみ，データベースに書き込むアドミッション制御を行う．

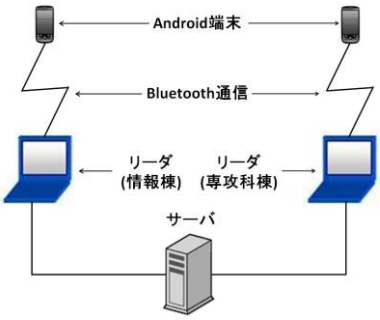


図 1 システム構成図

3.2 開発環境

今回の開発環境をまとめると以下のようになる．

OS：Microsoft Windows Vista Home Premium SP2
Android 端末：Sony Ericsson XPERIA acro HD SO-03D
(Android Version：4.0.4)
lenovo Idea Tab A2107A-F
(Android Version：4.0.3)
開発言語：Java, C#, PostgreSQL
開発環境：eclipse
(Version：Kepler Service Release 1)
Microsoft Visual Studio Solution
(Version：Visual C# Express 2010)

3.3 Android アプリケーションソフト

Android 端末から Bluetooth 通信でデータを送信するため，アプリケーションソフトの“Bluetooth Chat”を利用する．その Bluetooth Chat は Android 端末どうしの通信を目的に開発されたため，PC と通信が行えるように Bluetooth Chat のプログラムを変更する必要がある．そのため，プログラム中の UUID(Universally Unique IDentifier)のパラメータを，SPP(Serial Port Profile)に変更する．また，各 Android 端末を識別する ID として，MAC アドレスを使用する．MAC アドレスは，すべての Android 端末に存在するユニークな情報である．

図 2 の左図は，実際にアプリケーションを実行した際の画面を，右図は説明図を示す．ユーザは，リーダの受信範囲に入ると，“Send”ボタンを押して ID データを送信する．

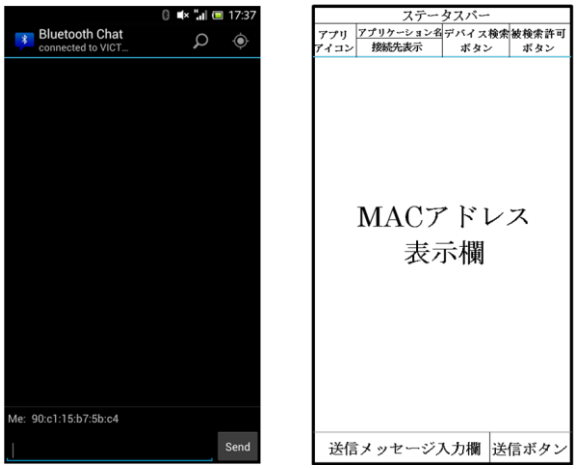


図 2 Android アプリケーション実行画面

3.4 リーダプログラム

リーダプログラムは C#で開発され，Bluetooth のシリアル通信を割り当てるポートのオープン，通信速度の設定，パリティの指定，ビット数の指定，ストップビットの指定，クローズ，受信した ID に時刻情報を付加してサーバに送信する処理を行う．

3.5 データベース

本研究のプレゼンス管理システムのデータベースでは，図 3 に示すように“user_data”，“place_data”，“presence_data”の各テーブルを用いる．

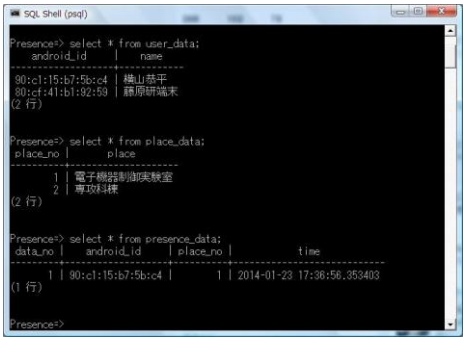


図 3 データベース

user_data テーブルの android_id は各 Android 端末の MAC アドレスを，name はその Android 端末の所有者名を表す．ネットワークアドミッションコントロールとして，セキュリティ上好ましくない Android 端末(今回の場合，藤原研究室に配属されている学生の Android 端末以外の Android 端末)からの利用を避けるため，ここに登録されていないユーザは，このシステムを利用することができない設計とした[3]．

place_data テーブルの place_no はリーダが置かれている部屋の番号を，place はその部屋名を表す．

presence_data テーブルの data_no はシーケンス番号を，time はリーダが付加した時刻を表す．

また，データの重複や更新による不整合を防ぐため，データベースの正規化を行った．主キー(データベースの中からある一組のレコードを一意に識別するための情報)は，“android_id”，“place_no”，“data_no”の 3 つである．

なお，現在のところ，このデータベースの情報は，リーダからのみ閲覧可能である．

4. まとめ

今回作成したシステムは，スマートフォン，タブレットの両方で正常に動作を確認した．今後の課題として，プレゼンス管理システムを運用の面から考えると，Android 端末からの ID の送信は自動化させる必要がある．また，データベースについても，Web サーバで情報を提供し，ブラウザから閲覧できることが望ましい．

いくつかの機能はまだ実装できていないが，本研究の目的である，安価なプレゼンス管理システムの土台となる部分は実現できた．

謝辞

本研究を進めるにあたり，指導教官の藤原孝洋教授から，丁寧かつ熱心なご指導を賜りました．

ここに感謝の意を表します．

参 考 文 献

[1] 岸上順一，”RFID の今後の使われ方，” ポイント図解式 RFID 教科書 ユビキタス社会にむけた無線 IC タグのすべて, pp.14-24, (社)ASCII, 東京，2005.

[2] Klaus Finkenzeller，”RFID システムの特徴，”RFID ハンドブック—第 2 版— —非接触 IC カードの原理と応用—，ソフト工学研究所(訳), pp.9-25，(社)日刊工業新聞社，東京，2004.

[3] Ya-Fen Chang, Shao-Cian Lin, Pei-Yu Chang, “A Location-privacy-protected RFID Authentication Scheme,” IEEE International Conference on Communications, 2011.

地震加速度モニタリングシステムの伝送能力の向上
ー データ伝送・格納プロセスの改良 ー

情報工学科 05 番　伊藤尚貴，　指導教員　藤原孝洋

Improvement of throughput on Seismic Acceleration Monitoring system
--- Optimization of data transmission and storage ---

ITOH Naotaka

Abstract : Wireless Sensor Networks (WSNs) have been studied to monitor several environmental conditions. A test-bed for the basic seismic acceleration monitoring system has been developed in our laboratory, which configured with sensor nodes, a sink node, and a database server. Though the previous experiments indicated the test-bed was capable of transmitting data of acceleration through the WSN, it's concerned that some data dropped in the process of data-storing into the database. To analyze the performance of the test-bed, we examined the throughput to store data and to transmit data from sink node in the size of original and merged data, respectively. The results showed merged data were stored at 5.86 times faster than the speed of original data, and the data-transmission rate was improved at 2.17 times.

Key words : Wireless Sensor Network,　seismic acceleration monitoring,　database,　throughput,　data-aggregation

1. はじめに

遠隔地の情報を収集する手段の一つとして、無線センサネットワーク（WSN）が注目を集めている。WSN は、各種のセンサを搭載したセンサノードが相互に無線通信を行うことにより、広範囲にわたったデータの収集・伝送が可能である。この特徴から、ユビキタス社会実現の重要な技術として多くの分野で研究が行われている[1]。

本研究室では WSN を利用して地震加速度データを収集し、モニタリングするシステムの検討が行われてきた[2,3]。しかし、これまでのテストベッドを用いた評価実験の結果、WSN の伝送能力は 28Kbps と低いこと、データベースへの格納段階においてデータが欠損する懸念があることが指摘された[3]。

そこで、本研究では、このデータ欠損の調査と、データの伝送能力と格納性能を向上させることを目的とする。

2. 課題への対応事項

本研究で対象とするテストベッドのモデル図を図 1 に示す。このシステムの課題点は、大きく以下の 3 つがある。

① データ伝送プログラム(Serial Forwarder)で計測された受信データ数と、DB へ格納されたデータ数の不一致

② SINK ノードでの高サンプリングレートデータの損失

③ SINK ノードの能力不足によるスループットの低下

本研究では DB 格納プログラムを検証・最適化し、データの格納性能を向上させることで課題①の解決を図る。加えて、SINK ノード内パケット転送プログラムの検証と改良によって課題②、③の解決を目指す。

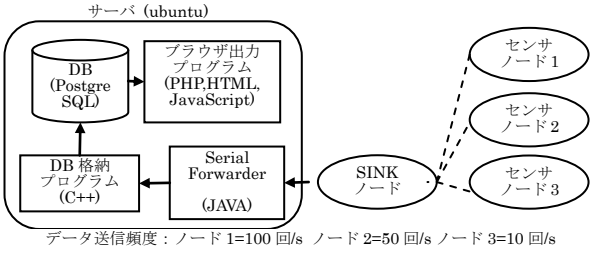


図 1　地震加速度モニタリングシステムのモデル図

3. 評価実験

3.1 実験環境

実験環境を表 1 に示す。センサノードは 3 台使用し、各々のサンプリング周波数は 100Hz,50Hz,10Hz である。また、各ノードには tinyOS[4]がインストールされている。

表 1　実験環境

サーバ	OS	Linux(Ubuntu 11.10)
	Webサーバ	Apache 2.4
	データベース	PostgreSQL 9.1.4
		MySQL 5.5.32
WSN	センサノード	Crossbow/XM2110J
	SINK基盤	Crossbow/MIB600
	センサ基盤	Crossbow/MTS400

3.2 実験内容

(1)　格納プログラム動作確認のため、プログラム中で 1000 個のダミーデータを作成し、DB へ格納する。また、DB 本体の性能調査のため、上記の処理を PostgreSQL と MySQL の 2 つに対して行い、CPU 時刻を用いて処理時間を比較する。これを各々20 回ずつ行う。

(2)　実際にシステムを動作させて加速度データの収集を行い、Serial Forwarder にて計測された受信データ数と DB に格納されたデータ数を比較する。この時 DB の内容確認には、過去の研究で用いられた PHP による DB 管理ツール(phpPgAdmin)と GNOME 端末上からのアクセスによる 2 つの方法を用いて比較する。これを 3 回行う。

(3)　格納プログラムを変更し、任意のデータ数を 1 つの SQL 文で書込み可能とする。その後、ダミーデータ 500,000 個の格納にかかる時間を計測する。この際、SQL 文 1 つのデータ格納数を 50 個ずつから 5,000 個ずつまで 50 個刻みで設定し、結果を比較する。これを PostgreSQL と MySQL の両 DB にて行う。データは、0 もしくはパケットの取りえる最大値を代入したものの 2 種類を用いる。

(4)　サーバ・SINK ノード間の伝送能力を検証するため、起動時に作成したダミーデータの送信のみを行うように SINK ノードのプログラムを変更する。同時に、パケットを複数マージして送信する機能を実装する。その後、サーバ内のプログラムにて加速度データ 200 個分の受信に要する時間をマージしたパケット数毎に測定・比較する。

3.3 実験結果

(1)　プログラム実行後の DB 内容確認にて両 DB の 20 回全てでデータ 1000 個の格納が確認された。各 DB での処理時間の測定結果を表 2 に示す。どちらの DB も、秒間データ格納数がテストベッドでの秒間受信データ数 160 個を超えており、これら全てを格納可能な性能を持つことを確認した。また、MySQL は PostgreSQL の 4 倍以上の秒間データ格納数を示した。

表 2　1000 個のデータの格納時間

		計測回数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
計測結果（秒）	PostgreSQL	0.451	0.380	0.429	0.431	0.479	0.436	0.468	0.488	0.479	0.449
	MySQL	0.109	0.091	0.074	0.122	0.078	0.114	0.080	0.101	0.112	0.111

計測回数										平均	標準偏差
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0.441	0.433	0.447	0.473	0.382	0.429	0.474	0.485	0.462	0.492	0.450	0.031
0.091	0.099	0.111	0.098	0.097	0.116	0.068	0.100	0.179	0.086	0.102	0.023

PostgreSQLの秒間平均データ格納数	MySQLの秒間平均データ格納数
1000/0.450≒2222[個]	1000/0.102≒9803[個]

(2)　実際に加速度を収集した際のデータ受信数を表 3 に示す。端末上では受信数とデータ格納数は一致している。また、phpPgAdmin 上の「解析」操作を行うことで、受信数が端末と同一の値に更新されたことから、データは全て DB に格納されることが確認できた。

表 3　表示された受信パケット数

	表示された受信パケット数		
	Serial Forwarder	端末	phpPg Admin
1回目	5471	5471	4770
2回目	5510	5510	4713
3回目	5412	5412	4681

(3)　DB への格納時間について、PostgreSQL の測定結果を図 2 に、MySQL の結果を図 3 に示す。結果として、500,000 個のデータを最も効率よく格納できたのは、
PostgreSQL　：1,400 個ずつのとき約 22.555 秒
MySQL　：　200 個ずつのとき約 8.707 秒
であった。ここでも、実験(1)と同様に MySQL は PostgreSQL の 3 倍近く高速に格納を完了した。
このときの MySQL での秒間の加速度データ格納数
500,000 [個] / 8.707 [s] ≒ 57,425 [個 / s]
を実験(1)での秒間格納数と比較すると、
57,425 [個 / s] / 9803 [個 / s] ≒ 5.86 となり、
6 倍近い大幅な格納性能の向上がみられた。

(4)　SINK-サーバ間のデータ伝送について、マージするパケット数別の処理時間を図 4 に示す。ダミーデータ 200 個を受信するのに、パケットをマージしないときでは約 1.083 秒を要した。受信時間が最短だったのはパケットを 20 個マージしたときの約 0.499 秒で、マージなしのときの受信時間と比較すると
1.083 [s] / 0.499 [s] ≒ 2.17 倍短縮された。
このときの秒間格納数は、
200 [個] / 0.499 [s] ≒ 400 [個 / s] となる。

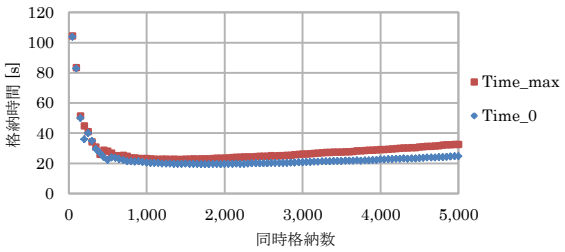


図2　PostgreSQLでの書き込み特性グラフ

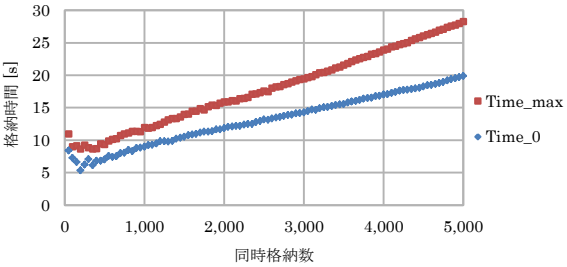


図3　MySQLでの書き込み特性グラフ

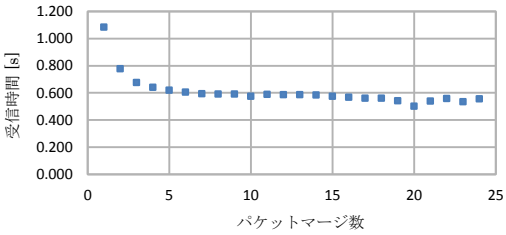


図4　SINK−サーバ間データ送受信特性

3. まとめと考察

実験結果から、①昨年の結果で指摘されたような DB 格納の際のデータ損失は存在しないこと、②MySQL は PostgreSQL よりも格納性能が高いこと、③データ格納と SINK-サーバ間でのデータ伝送では、データをマージして処理することにより、データ格納段階では 5.86 倍、伝送段階では 2.17 倍性能が向上することが確認された。しかし、秒間のデータ格納数と SINK-サーバ間の伝送速度には 100 倍以上の差があり、大きなボトルネックとなっている。今後、SINK ノードの増設や置換などによるサーバまでの伝送能力の更なる向上が必要不可欠となる。

謝辞　本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた卒業研究指導教員の藤原孝洋教授に感謝致します。

参　考　文　献

[1] Bruno da Silva Campos *et al.*: *Design and Construction of Wireless Sensor Network Gateway with IPv4/IPv6 Support*, *IEEE ICC2011* (8/11,2011)
[2] 中村優吾: *無線センサネットワークによる地震加速度モニタリング用サーバシステムの構築*, 平成 24 年度函館工業高等専門学校卒業研究
[3] 神能孝誠 *et al.*: *無線センサネットワークを適用した加速度データ収集システムに関する一検討*, IEICE 信学技報 vol.113 pp.119-124 2013/7/18
[4] TinyOS: http://www.tinyos.net/

加速度測定用無線センサネットワークの省電力化の検討

ー スリープモードの有効性 ー

情報工学科 34 番　前田隆一，　指導教員　藤原孝洋

A Study on Electric Power Saving of Wireless Sensor Network for Acceleration Measurement.

--- The effectiveness of the sleep mode ---

MAEDA Ryuuichi

Abstract : Wireless sensor networks (WSNs) have been studied to measure earthquake acceleration. As such wireless sensor networks are driven by batteries, it is required to reduce power consumption. This paper presents the operation scheme of WSNs introducing active and sleep modes is elective even in the case of collecting earthquake acceleration data.

Key words : Wireless Sensor Network, Earthquake acceleration, Electric power saving, Sleep mode

1. はじめに

ユビキタス社会実現の手段の１つとして，無線センサネットワークが注目されている．無線センサネットワークとは，多数のセンサノードを配置することで相互に無線通信を行い情報の収集を行うものである．無線センサネットワークは電池で駆動するため，多数のセンサノードに電池交換が必要で，管理コストがかかる．そのため，長寿命化が必要とされ、省電力化が求められている．

本研究室では，地震加速度測定用無線センサネットワークが検討されてきた．昨年度の研究では，サンプリングレートによる消費電力の軽減が検討された[1][2]．さらにセンサノードの送信休止期間の受信モードとスリープモードでは，表１に示すように，消費電流において 16mA と 0.001mA と明らかな違いがあり，省電力化に有効であることが示されている．

2. スリープモード

無線センサネットワークにおけるスリープ制御では，電池で駆動させるノードの長寿命化を目的として，ノードをスリープモードに遷移させる．スリープ制御を用いたプロトコルに S-MAC プロトコルがある[4]．このプロトコルは定期的にアクティブモードとスリープモードを切り替えることによって省電力化を図る．本研究では，センサノードの送信休止期間の受信モードをスリープモードに遷移させ，消費電力の大きい受信モードの時間を減らして省電力化を図る．

表１　ノードの消費電力[3]

	Operating	Operating Current(mA)
ATMega128L	full operation(7.37MHz)	8
	sleep	0.008
Radio	receive	16
	transmit(1mW power)	17
	sleep	0.001

3. 実験

地震加速度測定用無線センサネットワークにおいて，スリープモードの有効性を調べるため２つの実験を行った．以下に実験概要とその評価を記す．

3. 1 スリープモードを使用した加速度収集実験

(1) 実験概要

この実験は受信モードをスリープモードに切り替えたセンサノードが正しくデータ収集を行えるか調査することを目的とする．２点吊り振り子にセンサノードを乗せて揺らし，振動の加速度を検出する．設置状況を図１に示す．２点吊り振り子を用いることで，一定方向の揺れを測定する．センサノードのサンプリングレートは 100Hz に設定し，振り子の長さを 40cm とする．振動の周波数は振り子の長さから理論上では約 0．8Hz となる．取得した加速度データをフーリエ変換することで，振動の周波数分析を行う．

(2) 結果

時間と加速度の関係を表すグラフを図２に示す．加速度は，最大値を１とする正規化表現で表されている．測定された加速度をフーリエ変換で周波数分析した結果を図３に示す．図２から，振り子の動きを確認することができ，周期は約 1.3 秒である．図３では，周波数分析のグラフのピーク周波数が約 0．8Hz である．このことから，センサノードのサンプリングレートが 100Hz の測定条件で，アクティブモードとスリープモードの制御が正しく行えることが確認できた．

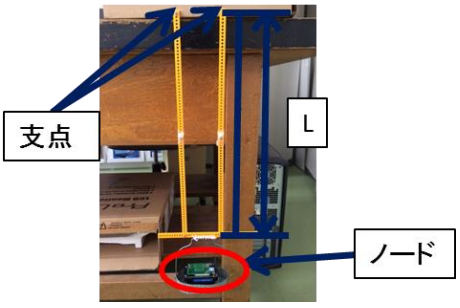


図１　２点吊り振り子

3．2 電池消耗実験

(1) 実験概要

この実験は，受信モードをスリープモードに切り替えた場合の省電力化の有効性を定量的に示すために行う．同じサンプリングレートのセンサノード2台をスリープモードと非スリープモードに設定し，センサノードからシンクノードへデータを送信する．データのパケット長は 18 バイトで，送信レートは 250kbps である．この条件で加速度を連続測定し，その間のセンサノードの電池電圧の変化をレコーダで測定する．サンプリングレートを 100Hz と設定し，電池は単三アルカリ電池 (初期電圧 1.6v)を使った．電池 2 本の合計 3.2v からセンサノードが停止する 1.7v までの経過時間を比較する．

(2) 結果

図 4 は経過時間と電池消耗の関係を表したグラフである．スリープモードの導入で，動作時間は 150.5 時間から 179.5 時間まで延び，時間差は 29 時間であった．このことから送信待機期間の受信モードをスリープモードにすることで，電池の消費が軽減され，動作時間を約 1.2 倍にすることができた．

4. 考察

2 つの実験から，センサノードのサンプリングレート 100Hz の測定条件で，アクティブモードとスリープモードの制御が正しく行えることが確認できた．また，スリープモードを使用することで，動作時間を約 1.2 倍に延ばせることが確認できた．このことから，スリープモードを導入することによって省電力化が図れることが確認できた．以上のことから，スリープモードの導入は地震加速度測定用無線センサネットワークの省電力化において有効であることが示された．しかし，この実験では，サンプリングレートが 100Hz であるため，スリープモードの時間が短く，十分な省電力化効果が得られず，動作時間の改善が 29 時間に止まった．この結果は，地震加速度モニタリングシステムにとって満足な効果とは言えない．

5. まとめ

本研究では，スリープモードの省電力化における有効性を 2 つの実験から調査した．

(1) ノードが正しくデータの収集が行えるか調査した．その結果，振り子の加速度が正しく測定できることが確認され，アクティブモードとスリープモードの制御が適切に行えることが確認された．

(2) 電池の消耗状況から，スリープモードの有効性を定量的に調査した．その結果，動作時間において 29 時間の改善があり，スリープモードがある程度有効であることが示された．

これらのことから，スリープモードを導入することで，省電力化を図れることが確認された．しかし，高サンプリングレートが要求される地震加速度モニタリングでは，十分な省電力化の方法とは言えない．

6. 今後の課題

今回の実験は，サンプリングレート 100Hz の条件でのみ行った．サンプリングレートを下げた条件で，スリープモードの効果を確認する必要がある．

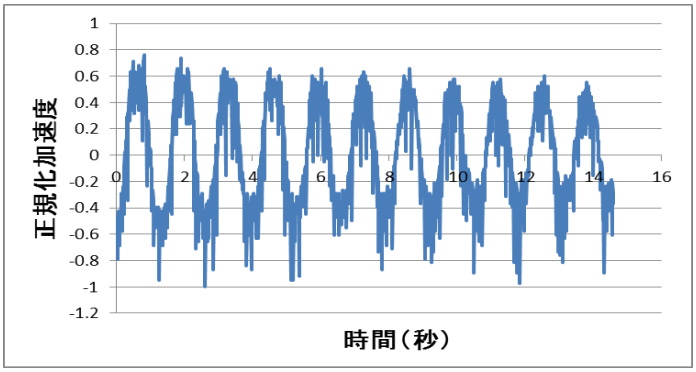


図 2 時間と加速度の関係を表すグラフ

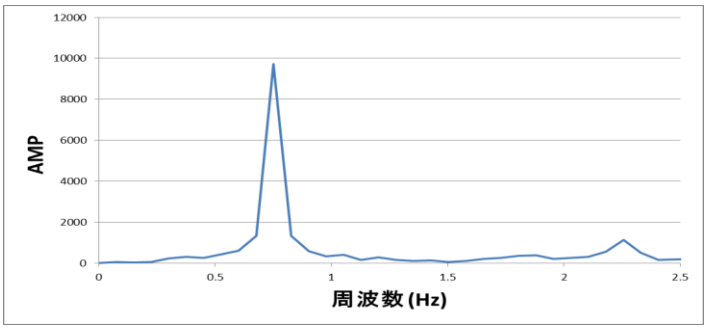


図 3 フーリエ変換による周波数分析のグラフ

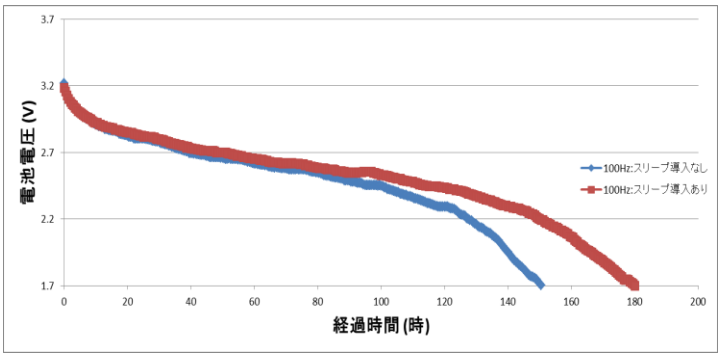


図 4 経過時間と電池消耗のグラフ

謝辞 本研究を行うにあたり，指導教員の藤原孝洋教授には，大変丁寧且つ熱心なご指導を賜りました．ここに深く感謝の意を表します．

参 考 文 献

[1] 松原拓; ”地震加速度モニタリングのための無線センサネットワークにおける省電力化に関する研究”， 卒業論文， 2013 年.

[2] 松原拓， 神能孝誠， 藤原孝洋; ”無線センサネットワークを用いた地震加速度モニタリングの省電力化のための一考察，サンプリング周波数と消費電力の関係調査”，情報処理学会第 75 回全国大会論文，2013 年.

[3] Crossbow， http://www. xbow. jp/mtsmdaj. pdf

[4] Wei Ye， et al， "An Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks ，" INFOCOM2002， June 2002.

講演番号 30

デジタルペンによる出席簿データ作成プログラムの開発

情報工学科 16 番　小町嶺太　指導教員　國分進

Development of Program of Attendance Record Data with Digital-pen

KOMACHI Ryota

Abstract : In our school to register the attendance record in a system has been done by hand in every enrollment. The purpose of this study is to renovate an attendance record system. The special pen called the Digital-pen was used. Let me explain a rough flow of the program. We fill in whether having attendance or not on the attendance record on which a special dot pattern was added to with Digital-pen. A transmission check column after entry is filled out, and an attendance record is transmitted to a connected PC as the data. The data which received after the transmission is analyzed and converted to EXCEL data. At present a part to analyze the data which received and to change the data into EXCEL is completed but the part of reference to absence-paper in particular is still not implemented.

Key words : Digital-pen , Attendance record

1.はじめに

クラスの出席は各教員が教科毎に管理している。そのため、A 君が1時限目から8時限目まで休んでいてもその教員は気がつかない。また、A 君が1週間休んでいても同様である。

もし、出席管理を教員の教科ごとでではなく、クラスの学生毎に管理するならば1日単位、1週間単位で、全ての強化の管理が出来る。いわゆる、出席簿での管理である。

本研究は、この出席簿への手書き記号をコンピュータで解析しシステムに入力するための手法について報告する。

2. 研究概要

2.1 開発環境

Eclipse 4.3　Kepler

Tesseract-OCR

Apache Tomcat 6.0 Tomcat6

2.2 システム構成図と説明

図.1　本研究プログラムの構成図

特殊なドットパターンデータ(このデータから座標情報を読み取る)が印刷された出席簿イメージにデジタルペンで出席の有無を記号で記述し、送信チェック欄にチェックする。チェック欄にチェックすると、それまでに用紙に書かれた出席データを Bluetooth 通信により PC へ送信する。送信後は PC を操作し、Excel データに変換する。

2.3 デジタルペンの構造

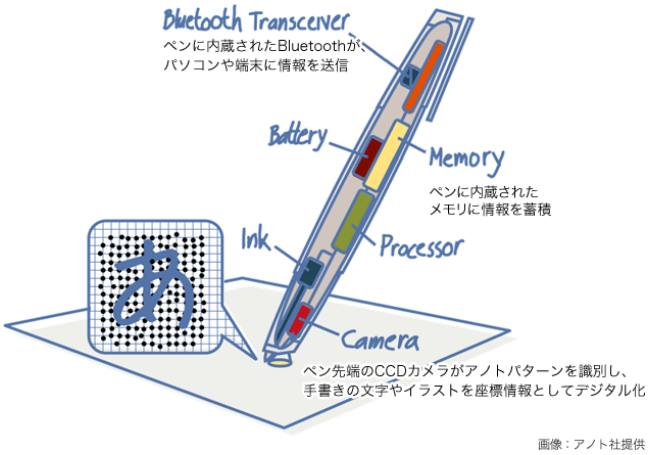


図. 2　デジタルペンの構造

図2はアノト式デジタルペンの構造図である。内部カメラで用紙のドットを読み取り、今どの座標に入力(手書き)されたのかを判断し、デジタルペン内部のメモリーに一時的に記憶する。そして送信チェック欄にチェックすると内部メモリーに記憶されたデータを、Bluetooth 通信によりあらかじめデジタルペンを登録してある機器に送信する。内部メモリーのデータは、PC などに送信後、もしくは電源が OFF になった場合に消去される。

3. プログラムの概要

3.1 プログラムの流れ

今回は読み取りプログラムを2種類作成した。1つはサーバーを立てて読み取り用 bat ファイルにデータをドロップすると Excel データに変換するものである(図3-A)。もう1つは、プログラムを起動すると特定のフォルダの中にあるデータを全て解析し、Excel データに変換するものである(図3－B)。　記号(文字)の読み取りソフトは Tesseract-OCR を使用した。

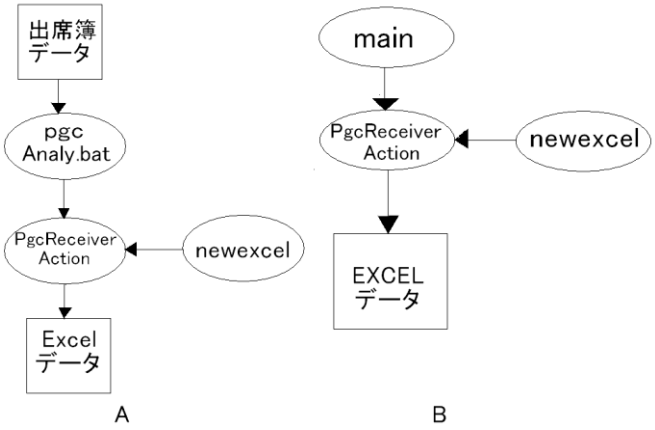


図.3 プログラムのフローチャート

3.3 出席簿イメージ

次の図は本研究で作成した出席簿イメージである。時間割はあらかじめ決まっているものとし、即日変更や1週間以内の変更がないものとする。

出席簿用紙にはアドレス設定がされていて、アドレス毎に管理することが可能である。

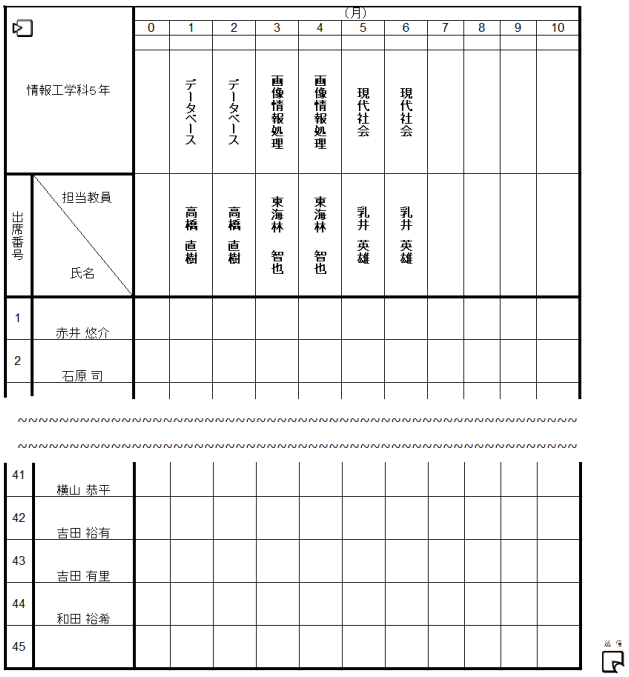


図.4 出席簿イメージ

3.4 進行状況

現在プログラムは基本的な動作(筆記したデータを解析し、Excel データに変換する動作)は完成しているが、特別欠席届けや忌引きなど当日以後に記述されたものを変更する動作は未実装である。デジタルペンの記入で送信されるデータ名は用紙依存ではなく、デジタルペンに依存しているので過去のデータを編集するのは困難とも言える。

3.5 問題点と課題

現在自覚しているプログラムの問題点は、文字認識の精度の低さ、出席簿の変更が当日のみでしか行えないという2つがある。

文字認識の問題は、〇や△といった簡単な図形も認識が不安定なのが現状である。使用している文字認識ソフトが無料のものを使用しているので、精度を向上させたいのであれば有料ソフトを使用すると改善されると考えている。

出席の後日変更については、出席簿用紙に日付データを付加させ取得データ数を多くする方法と、出席簿用紙毎にアドレスを変更する方法の2つがある。前者は用紙に日付データを追加するだけでいいので出席簿用紙とデータ読み込み部分の変更で完成する。後者はデータ読み込み部分は変更しなくてもいいが、読み込み用の出席簿用紙データを1年度分用意しなくてはならない。

コスト面を考えると前者の方を採用するといいと考えている。

4.おわりに

期限内にプログラムのコアとなる部分の完成出来て良かった。今回初めて Java 言語にふれ、初めは難しいと感じていたが、C 言語の知識で基本的に問題なく完成できた。

今後の課題として一番に挙げられるのは、認識する文字、図形の精度を上げること、もしくは、低い精度で認識率の高い文字、図形を模索することである。追加機能等については案を論文上に残し、後続研究に役立つようにしたいと考えている。

謝辞

本研究のプログラムを作成にあたって、下記の参考文献の使用、並びに本校卒業生によるが技術提供をさせていただきました。厚くお礼を申し上げます。

参考文献

[1]やさしい Java 第4版 高橋 麻奈著

[2]Apache POI で Excel を操作
http://www.javadrive.jp/poi/

[3]Java の道
http://www.javadrive.jp/poi/

[4]とほほの Java 入門
http://www.tohoho-web.com/java/index.htm

講演番号 31

座面安定システムに関する研究

情報工学科 1 番 赤井悠介, 指導教員 國分進

Research on Bearing Surface Stabilization System

Akai Yusuke

Abstract: This study is to develop a system that attempts to maintain the stabilization of the bearing surface, controlling the motor with various sensors of SUNSPOT. The large encumbrance hangs to passenger's body when running on a steep road, for example, or a large rugged road by car. Under the present situation the horizontal is kept with the suspension, and the load has been reduced. However, it is not likely to be able to solve it with the suspension on the steep road with the large inclination. The purpose of this study is to realize the stabilization of the bearing surface using various sensors and motors.
key word: SUNSPOT, stabilization of the bearing surface , horizontal

1. 研究目的

本研究では Java でプログラミング可能な SUNSPOT のセンサを利用してモータ制御を行うことを目的としている.

2. 研究背景

実家の祖父母を病院に送る機会が多いが, 田舎の路面傾斜や凹凸が多く老体には響く.現在, 乗用車には路面の凹凸を車体に伝えない緩衝装置としてサスペンションが備わっている.しかしそれでは軽減しきれない大きな凹凸を何とかできないかと考えた.４年生の創造実験で研究したandroidでJAVA言語の研究をした.その知識を生かせるSUNSPOTを使って, モータの電流制御をして座面安定化を図る研究を行っている.

3. 開発環境

NetBeans IDE 6.9.1

Sun SPOTManager

Sun SPOT SDK v3.0 Purple-071018

Apache Ant 1.6.5

JDK 6

4. 研究内容

今までの研究内容を以下に示す

4-1 SUNSPOT の環境導入

図 1 SUNSPOT 本体

Sun SPOT は, サンマイクロシステムズが開発した IEEE 802.15.4 に準拠した無線ネットワークデバイスであり本研究はこの SUNSPOT を使用する

SUNSPOT に搭載されている各種機能, センサなどを調査 SUNSPOT に必要な環境を導入した.

4-2 SUNSPOTの加速度センサ

加速度センサを使用し, XYZ軸の３方向の加速度を取得.しかしSUNSPOTには液晶がないため, 加速度で取得したX軸の値により点灯するLEDが変化するプログラムを作成した.そして加速度を検出できていることを確認した.

図２ 加速度センサについて

4-3 SUNSPOT 同士の通信プログラム

加速度を検出する場所とモータを制御する場所が離れている時, SUNSPOT 間の通信が必要となる.送信側は加速度を検出して, その値を別の SUNSPOT に送信する.受信側の SUNSPOT はその値に応じて LED に出力をする.

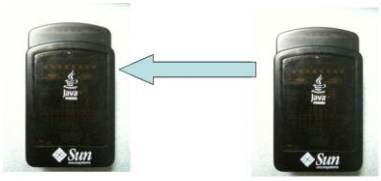


図 3 SUNSPOT 間の通信

加速度の検出及び通信が行われていることを確認した.

4-4 SUNSPOT でサーボモータを動作させる

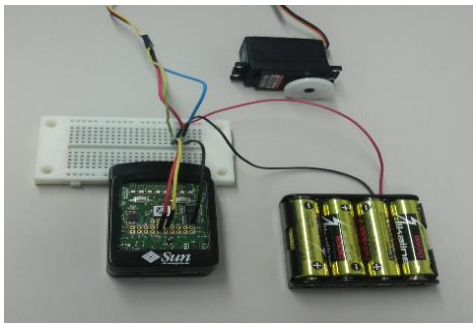


図 4　SUNSPOT によるモータ制御

SUNSPOTでサーボモータへと電流を出力してサーボモータを制御するプログラムを作成し実験をおこなった.
I/0ピンに流す信号によってモータを何度回転させるかを制御することができる.
一般のサーボモータではI/Oピンに流す信号はHighとLowを瞬間的に繰り返すパルスで制御することができる.その時のHighの長さによって回転角を指定できる.
しかしSUNSPOTはそのような制御は必要ない.Servo.javaを使いsetValueに値をセットするだけでサーボが制御することができる.
setValue(500)を呼ぶとサーボモーターは0度に移動し,
setValue(2000)を呼ぶとサーボモーターは180度へ移動する
(配線)
(1)電源(赤)->SunSPOT(VC)->サーボ(電源線)
(2)電源(黒)->SunSPOT(GND)->サーボ(GND線)
(3)SunSPOT(H0)->サーボ(I/O線)

4-5　座面の安定化システムの実装

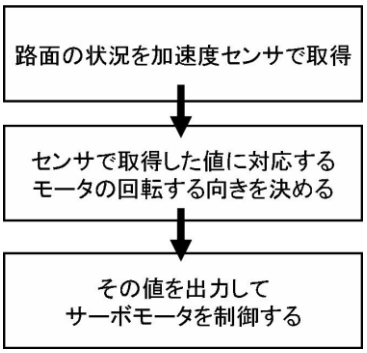


図5 座面安定化システムのフローチャート

この流れでプログラムを作成した.加速度センサはSUNSPOTのセンサーボードに搭載されている.センサーボードの機能をアプリケーションから利用するためには, 最初にセンサーボードを表すクラスのインスタンスを取得する必要がある.センサで検出した値に応じてモータを制御する.そして路面の状況に合わせてモータを制御することにより座面を安定化させる.図のように実装し, 実際に傾きに応じてSUNSPOTによってモータ制御が行われていることを確認した.

5.考察

今回の研究ではJAVA言語を使用してSUNSPOTについて学習をした.SUNSPOTのセンサや無線通信, I/Oピンを使用したモータ制御を応用し座面の安定化を図った.環境導入に大きく時間を割いてしまい, 現時点でいくつか分かっている改善しなければならない点に手をつける時間を確保できなかった.まずSUNSPOTの加速度センサを使用したが3軸加速度の値を取得してモータに出力して制御するまでに少しの時間差が生じてしまう.これはソースを工夫によって改善が可能である.もう一つは例として乗用車で傾いた路面を乗用車が走る時, 加速度センサは路面の傾き以外に乗用車が走る加速度を同時に検出する.そのため正確な路面の検出が難しくなってしまう.

6.課題

本研究の最終目標は乗用車の座面の安定化を図ることである.そのためには正確な路面の把握を行うことが重要となる.しかし現在は加速度センサ1つで路面の状況を検出している.加速度センサではその名の通り加速度を検出する.主に重力加速度を検出してデバイスがどういう向きなのかを判定している.しかし加速度センサは, センサを中心とした旋回を感知することはできない.その問題はジャイロセンサを使用することで解決することができる.また加速度センサで重力方向検出し, その変位角をジャイロセンサで検出するという方式をとることで, より正確な路面の状況を認知することができる.この方法をとることでより理想に近づくと考えられる.

参考文献

Sun SPOT World
http://www.sunspotworld.com/GettingStarted/WinXP.html

トランジスタ技術 2013　1月　アジレント・テクノロジー株式会社

Sun SPOT 日本ユーザー会
http://www.klab.ai.kyutech.ac.jp/sunspotjp/

講演番号 32

室内の環境情報計測とデータ処理システム

情報工学科　29 番　冨森康矢,　指導教員　國分進

Indoor Environmental Information Measurement and Data Processing System.

TOMIMORI Koya

Abstract：This paper describes the measuring method of the indoor environmental information and the data processing system. The environmental information includes temperature, humidity and water content.
The user can observe intuitively the change of environment by a graph made from these data using image processing. This paper shows the explanation of the program in this system and some examples of the measurement method of the environmental information.

key words：environmental information , data processing system

1. まえがき

閉ざされた空間の環境情報を特定小電力無線(ARIB STD-T67)を搭載したセンサで測定し，これらのデータから空間中の温度分布等を可視化するシステムについて報告する.

今回実験で使用したシステムの詳細を以下に示す.

- センサ：おんどとり（T&D 社製）
- データ集計：Excel
- プログラミング：C 言語
- 文字認識：Tesseract-OCR

2. 研究背景

今回は，対象とする空間を南茅部の昆布漁の倉庫を利用した.昆布を干す場合には乾燥機を用いるが，昆布の乾燥の良し悪しは未だ漁師の感覚で行われている.

そこで乾燥させた等級の良い状態の昆布と等級の悪い状態の昆布においての“温度，湿度，昆布の水分量”の関連を調べることで漁師の“勘”を数値化することを目指す.このシステムは昆布だけに限らず，例えばビニールハウス，冷蔵庫などといった様々な場所へ対応を考慮していく.

3. 開発環境

Visual Basic 2010 Express

（C 言語を使用）

Tesseract-OCR

4. 研究内容

4.1 温度・湿度測定器である”おんどとり”(RTR-500C,RTR-501,RTR-503)を用いて室内の温度をデータ通信で管理した.そのデータをプログラムで整理し EXCEL を使いグラフ化することで可視化を行う.

図 1 の画像が使用したおんどとりである.右の RTR-500C から順に，パソコンとの通信を行う”親機”，”湿度/温度測定器”，”温度測定器”となっている.

RTR-500C　RTR-503　RTR-501

図 1：使用した各種おんどとりの画像

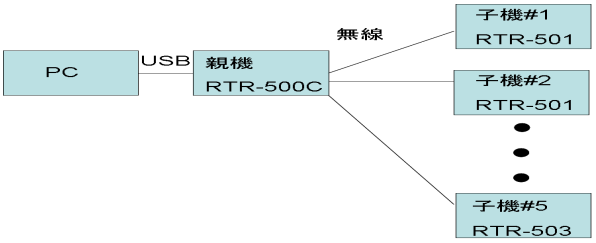


図 2：PC-おんどとり間の通信図

注）子機 5 だけは湿度も測定可能である

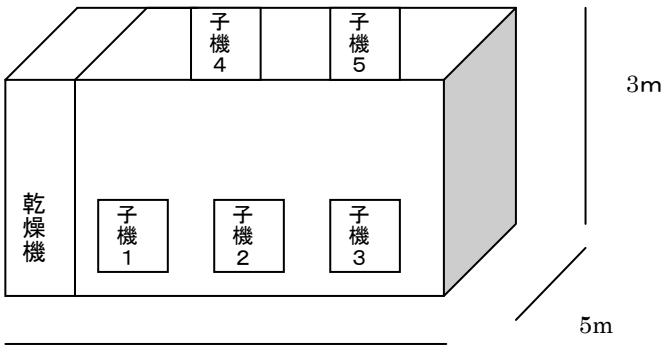


図 3：昆布乾燥機内の配置イメージ

図 4 に実際に測定したデータをもとに Excel にて作製したグラフを示す.

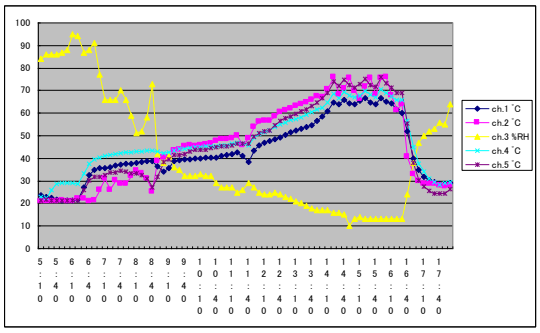


図 4：Excel を用いた温度/湿度の推移グラフ

4.2 水分計については，無線通信が可能なものは，高価であるために課題となっている.だが，オフラインで計測するものはあるので，その数値をカメラで撮影し，画像処理を用いてデータ化したものを転送する手法を考えた.その過程を図 5 に示す.

図 5：水分計からのデータ通信イメージ

温度計の数字を撮影した画像から，テキストデータを作製する手順を図 6 として以下に示す.

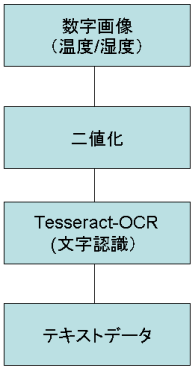


図 6：画像からテキストデータ抽出のフローチャト

但し，「Google の Tesseract-OCR」では認識の精度に限界があることがわかった.”1”と”7”の区別がつきにくかったり，写真に光の筋が入ると誤認識となる.

その例を図 7 として示す.

認識可能　　誤認識

図 7：文字認識テストに用いた画像

5. 成果

まず“おんどとり”の使い方の学習をし，卒研室を使ってのテスト計測から始めた.次に実際の昆布乾燥場において自宅にてデータを収集し，データを分析し，データを整理するプログラムの作製，EXCEL でのグラフ作製した.

そして水分計については，水分計本体では試していないが，4.2 の図 6 に示した方法を用いて数字の画像からテキストデータを作成するところまで作製.

温度，湿度，水分のデータが同じ EXCEL 上へ集計される仕様となっている.

6. あとがき

今までの研究でわかった重要な点は，室内の温度や湿度の分布の測定だけで，善し悪しを判断出来ず，また昆布一本一本の質の違いもあり，漁師の経験である”昆布の質感”の把握には及ばないというところである.

しかし，それは昆布の水分量に関係性があるのではないかという結論を得た.

そこから水分計での通信を目指した画像処理プログラムは完成したのだが，4.2 でも取り上げた通り「Google の Tesseract-OCR」を用いた文字認識では，写真に光の筋が入ると誤認識となったり，”1”と”7”の区別がつきにくかったりと，実際の現場になった際に精度不足だということが明らかになった.

これらの結果を総合し，環境情報のデータ処理システムの骨組みは作れたが，実用化へ向けるにあたっては，”水分量データの追加”，”文字認識の精度向上”，今はまだ画像データなので，動画データにするなどの対策をとり，ワンタイムではなく，”リアルタイムの画像処理システムの完成”を目指さなければならないことがわかった.

7. 参考文献

[1] T&D Corporation　取扱説明書 PDF ファイル

[2] やさしくわかる Excel VBA プログラミング

[著者]　七條達弘　渡辺健

[3] 画像処理工学—基礎編　[著者]　谷口 慶治

講演番号 33

室内の環境情報計測とデータ処理システム

― Excel を用いたデータ処理 ―

情報工学科　14 番　木村知恭　　指導教員　國分進

Indoor Environmental Information Measurement

~Data Handling System byExcel~

Kimura Tomoyasu

Abstruct : The purpose of this study is to measure environmental information such as temperature or humidity and to make a system to process data in excel. Kombu fishing is prosperous in the south Kayabe district of Hakodate-city. The kombu landed from the sea is dried in the dry cabin, but the process of drying is performed by the perception of the fisherman. Therefore this study aims at making a system which everyone can dry by collecting data such as temperature and humidity of the dry process, and visualizing it.

Key Words　:　environmental information, excel

1. まえがき

室内の温度・湿度などの環境情報を計測し，データを処理するシステムを作成する.

本報告では，Visual Basic for Applications および Microsoft Office Excel とC言語を用いたデータ処理システムについて記述する.

2. 研究背景

同じ研究室の学生が住んでいる南茅部地区では，昆布漁が盛んである. 水揚げされた昆布は，乾燥場と呼ばれる小屋で乾燥機を用いて乾燥されている. 乾燥機の操作は漁師の感覚による部分が大きかった. そこで，室内における温度・湿度等のデータを収集し，可視化することによってどのような温度や湿度などの分布になっているかを確かめる.

更に，これらの研究は昆布の乾燥に留まらず，農業用のビニールハウスや工業用の倉庫・冷蔵庫等への応用も目指す.

3. 開発環境

使用している開発環境は以下の通り.

・Microsoft Windows XP Professional SP3

・T&D Wireless Thermo Recorder RTR501/503(データロガー)

おんどとり Jr.（測定機器）

・Visual Basic for Aplications(VBA)

・Microsoft Office Excel 2003

4. 研究概要

4-1.　ハードウェアの構成

図1で示すように，温度計・湿度計から収集したデータを，無線通信を介してデータロガーに収集する. 更にデータロガーから USB 通信によって PC に CSV 形式ファイルとでデータを取り込み，Excel による処理を可能とする.

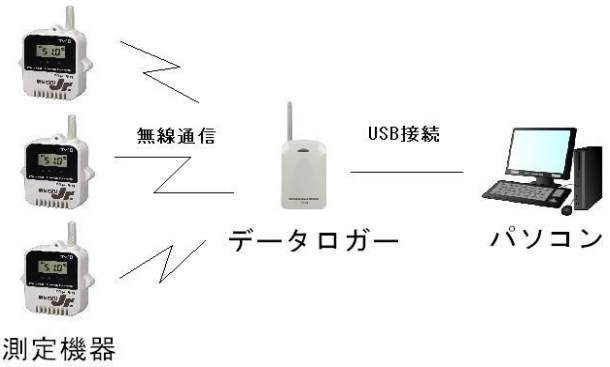


図 1　ハードウェア構成図

図 2 で示すように各平面 9 個*3 段の計 27 個の測定点を前提としたシステムを開発する. 今回の研究では，予算や研究の進捗などの関係上，27 点を用いた実際の測定は行えなかったが，データ処理の一部は 27 点での測定を想定して作成した.

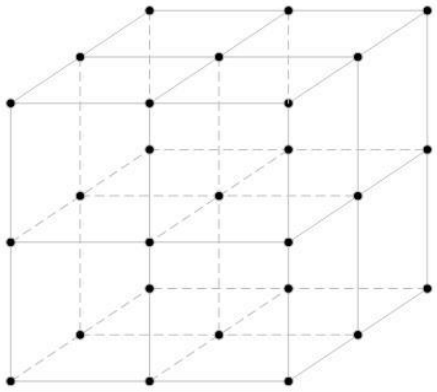


図 2 測定機器の配置イメージ

4-2. データ処理システムの概要

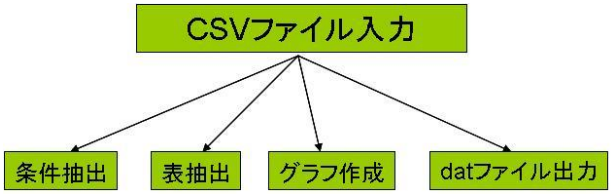


図 3 データ処理の流れ

データ処理の流れを図 3 で示す. PC に取り込んだ CSV 形式ファイルを Excel 上に取り込み, 用途に応じた処理を行う. 抽出条件による処理, 条件に応じて色を変更する視覚処理, グラフの作成や 3D 表示のための dat ファイル出力などの処理を行う.

4-3. 表に対する条件抽出

読み込んだデータに対し, 温度・湿度・時間などの条件を指定し, 条件に合致するデータのみを抽出する. たとえば1分間隔のサンプリングを行ったとき, 1 時間で 60 個*測定数のデータが発生することになる. 膨大な量のデータに対し, 人力では探索するのが難しいため条件を指定して必要なデータを抽出する.

4-4. 表に対する色抽出

読み込んだデータの中から, 平均を大きく上回る/下回るデータのセルの色を変更することで視覚的に変化をつけることでデータを抽出することができる. 全体に対しての抽出であるため直感的に条件に一致する測定点を見つけることが可能である.

4-5. グラフ作成

読み込んだ表から折れ線グラフを描画する. 機能自体は一般的な Excel グラフを用いて各測定機器の値をグラフ化したものだが, ボタン1つで設定・描画を行う.

4-6. dat ファイル出力

指定した時間の測定データを, 立体的に表示するための dat 形式ファイルを出力する.

出力した dat ファイルと, グラフ作成用のアプリケーションである gnuplot を用いて 3D 表示を行う. 図4で示すように, gnuplot 上で上部・中部・下部の各平面を重ねて表示することで擬似的に室内の温度分布を表示する.

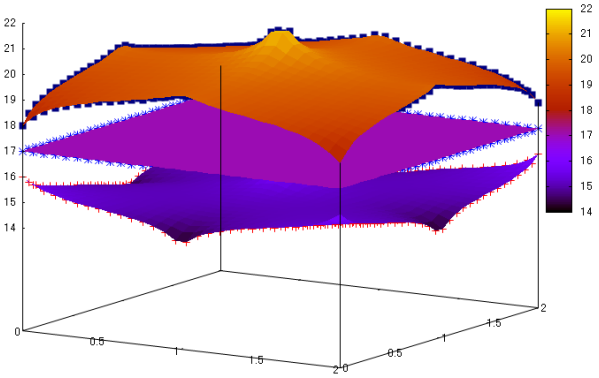


図 4 gnuplot による立体表示

5. あとがき

今回の研究では実際の測定を行うことができなかったこともあり, いくつかの課題が残った. 測定する条件や抽出する条件など, 仮定で行った部分が実際の需要に合致するかどうかはわからなかった.

また, 測定数に合わせた範囲でのデータ処理を行ったため, 測定数を増やした場合はプログラムの細かい変更が必要になる.

6. 参考文献

[1]技術評論社 かんたんプログラミング Excel VBA For Windows コントロール・関数編 大村あつし著

[2]Excel でお仕事
http://www.asahi-net.or.jp/~ef2o-inue/top01.html

[3]gnuplot を用いたグラフ作成
http://www.cse.kyoto-su.ac.jp/~oomoto/lecture/program/gnuplot/gnuplot.html

講演番号38

空手組手の記譜化

情報工学科 17番　齊藤春幾,　　指導教員　佐藤恵一

Making of Karate Kumite Labanotation

Labanotation method is a technic technique to record human movement in two dimensions, and it is used by various dances such as the classical ballet, Japanese dance, etc. This is expressed combining what is called Labanotation. The labanotation is applying of the symbol to the divided human movements. This technique is used by dancing mainly and is not used a lot in the field except it. Therefore, this study purpose to record “Karate Kumite”by using labanotation.

1. はじめに

近年、人間の動作を 3 次元のデジタルデータで記憶する装置(モーションキャプチャ)により舞踊の身体動作を仮想空間上の3次元座標として収録し、舞踊のデータを切り分ける事が可能となってきた。そして、この手法を応用し舞踊だけではなく他の分野にも応用するというような研究も増えつつある。特に多く応用されているのがスポーツの分野である。多くのスポーツの動きには、ルールさえ守っていればはっきりした定義や決まった運動の流れに縛られる事はないが、やはり相手よりも効率の良い運動を行う事により通常よりも効率のよい動きができる。それにより、その競技の中で最も効率の良い動きをモーションキャプチャにより記録し、さらに舞踊記譜法の手法を用いて実際に目に見える形として保存する。本研究では、スポーツの中でも基本的な定義がしっかりしており尚且つモーションキャプチャにより記録しやすい空手組み手を舞踊記譜法を応用し、記譜化する事を目的とする。

2. 研究概要

2.1 舞踊記譜法と記譜法

近年では、VTR やフィルムによっての舞踊の記録が多く利用 されているが、依然として様々な記譜法を用いて記録する事も 少なくない。現代では、インターネットでの情報配信が主とな りつつある中で、独自で舞踊を独学したいという気持ちがあれ ば、動画をみる事によって簡単にウェブ上でみる事ができる。 その事から、わざわざ手間をかけて記譜法を用いた記録法であ る必要はないかもしれない。しかし、舞踊には映像だけでは、記録できないものがある。 これを記述するのが、舞踊記譜法である。 分かり易いよう身近なもので考えるとするならば、舞踊のVTR などでの記録は英語のリスニング CD に対応し、舞踊記法は、 教科書に対応する。

2.2 舞踊記譜法の用途

依然として舞踊譜は、利用され続けているが、やはり音楽の五 線譜とは違い多く普及されていないのが現状である。これには、 楽譜と舞踊譜の根本的な違いが関係している。楽譜は、時間の経過に伴い音楽を視覚的に変換し譜面に記し ているが、舞踊の場合は、これに空間的要素が加わるため譜面 だけによる視覚情報だけでは、細かな動きなども合わせると膨 大な量になってしまう。これが主に舞踊譜が普及されていない 理由である。では、なぜそのような複雑な記録方法が利用されているのか。 その理由としては、映像だけの記録だけでは一点の方向のみで の撮影となるので、演出したい細かな部分についての記録が疎 かになってしまう場合がある。最近では、マルチチャンネル撮 影などの技術も利用されつつあるが、実用化されているケース が少ない事も原因である。

2.3 ラバン身体動作表現理論

ラバン身体動作表現理論 (Laban Movement Analysis, LMA) とは、ルドルフ・フォン・ラバン (Rudolf von Laban, オーストリア, 1879-1958)を中心とするドイツ表現主義舞踊の創作者らが1920~40年代に構 築した、心理状態と身体運動の相関関係を規定する理論である。Laban らは、舞踊における身体動作の特徴を、戦闘形態と陶酔形態の二極構造とし、詳細化して心理状態との関連付けを行った。戦闘形態は、力強く(能動的心理)、直線的で収斂的な軌道を描き(対象へ集中した心理)、突発的である(警戒心)という特徴を有する。陶酔形態は、弱々しく(受動的心理)、曲線的で発散した動作方向であり(対象失認)、継続的である(安穏)という特徴である。これらの特徴をエフォート(Effort)と名付けた。また、身体動作の高低・広狭・進退に関する特徴をシェイ(Shape)と名付け、心理状態と結びつけている。

2.3 Stick Figure(視覚的方式)

Stick Figure 方式とは、人間の骨格を模した図により視覚的に表す方式である。この記譜法の特徴としては、人間の骨格を模した図であるため、見てすぐイメージをつかむ事ができ、舞踊を学習している人であればとても学

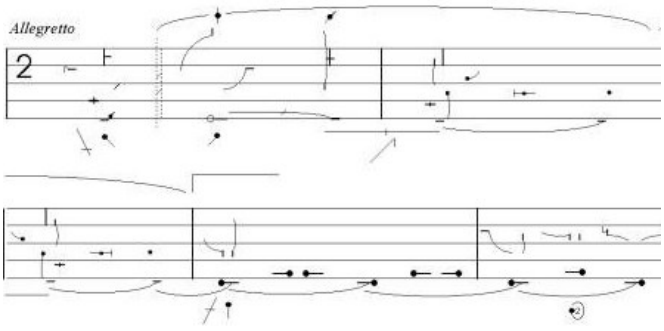
習しやすいという利点がある。このような方式の記譜法は様々な種類のものがあるが、空手組手との相性を考慮した結果、ベネッシュ・ノーテーションという記譜法を参考にする事にした。この記譜法も視覚的方式と同じく、直感的に動きが理解しやすいのである。逆に欠点も存在する。舞踊などの流れるような速い一連の動きであると、パラパラ漫画のようにたくさん書かなくてはならないという点だ。しかし今回は、空手組手を記譜するという目的なので、空手組手は一つの型であれば連続した速い動きではなく動きとしては非常に区切りやすい動作である。これらの事からこのベネッシュ・ノーテーション記譜法を空手組手の記譜法に応用するにあたっては、本来持っているベネッシュ・ノーテーションの欠点を無視して利用する事ができる。

2.4 舞踊譜面

図1が実際の舞踊譜となる。 楽譜と同じく五線譜の上にさまざまな形の線が記述されている。この線こそが、人の手足を表している。 そして、舞踊譜で用いられている符号にも楽譜で使われている音符と酷似したところが多々ある。たとえば、ところどころ に五線譜上部に長く線が引かれている。これが、楽譜でいうタ イやスローに対応付けられる。

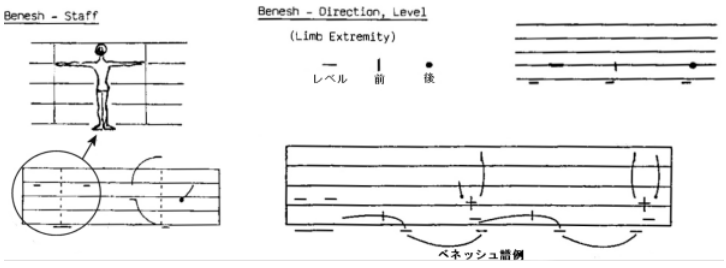
図１五線舞踊譜

瀬川バレエスタジオ タン・リエ/http://blogs.yahoo.co.jp/segawa5678



これに視覚的方式を用いた記譜法を適用にすると、図１よりも直感的に理解しやすい舞踊譜になる。それを表したのが図２である。

図２　ベネッシュ・ノーテーション/舞踊記譜法　中村美奈子



ベネッシュ・ノーテーションは五線の各線と線間をおよその身体の部位として、踊り手の後ろあら見た動きを、譜の左から右へと記録している。他の記譜法と異なる点はベネシュ・ノーテーションは、身体の動きの軌跡を書く点であり視覚的に動きがとらえやすいといえる。

2.4 空手組手の記譜化

ベネシュ・ノーテンションを参考に自ら空手組手を記譜化を考案した。まず、身体のパーツをおおまかに頭、右手、左手、右足、左足の５つのポイントで分類する。今度はこれらの位置をそれぞれ○（頭）、□（手）、△（足）で表す。（この際には手と足を記譜する場合において左右が混同してしまう恐れがあるためRは右、Lは左を表す文字として記号ないに記すものとする。）そして初期状態は、一般的な構えから始まり、それぞれの組手に合わせた動きを、上記で定義した、○、□、△を移動させる事によって表現する。移動方法としては、任意の点から出た軌跡を書く事によって変化したとみなし、それぞれの動きの方向は軌跡の上にF（前）、B（後ろ）、D（初期位置）を書き記す事によって表現する。尚、変化した部分（動きがある部分）だけを記譜し、動いていない部分に関しては、記述せず左から右へ時間軸が進むものとする。

3.研究考察

本研究では、舞踊記譜法を用いて空手組み手を応用し、独自の記譜法を考案する事を目的としてきた。しかし、何十年も前から存在している手法であるにもかかわらず舞踊を含めた様々分野の記録法としては多く用いられていない。よって、舞踊記譜法に関しての資料も少なく情報としては多く集められていないというのが現状である。それは恐らく、伝える側もわざわざ面倒な記譜法を会得してまで後世に残すよりは、自ら教える事やVTRなどで撮影するほうが圧倒的に楽と考えるからであろう。しかし、記譜法を利用する事によって、オリジナルをそのまま記録しておけるという点はその分野において原点がいつまでも受け継がれる事に繋がるのではないだろうか。そして、その原点に帰る事によってまた新しい発見や進化を遂げる事を期待したい。今後は、今回考案した空手組手の記譜法をよりわかりやすく、気軽に利用されるような記譜法に改善するため、その他の記譜法の利点、欠点を理解し、反映させられる点などに関しては取り込んでいきたいと考えている。

参　考　文　献

[1] 日本における運動記譜法の今日的な課題について
長崎大学教育学部

[2]https://staff.aist.go.jp/toru-nakata/shintairon.html

3]舞踊記譜法Labanotationとモーションキャプチャを用いた
舞踊教育のためのマルチメディア教材の開発
立命館大学　アートリサーチセンター、立命館大学
理工学部　情報工学科

講演番号 35

空手組手の構え識別

情報工学科 36 番　松原右京，　指導教員　佐藤恵一

Classification of Posture in Krate Kumite

MATSUBARA Ukyo

Abstract : In recent years, a machine judgment came to be carried out when a judgment by the naked eye is difficult in the world of sports. However, judging and recording the skill performed for high speed and continuation is yet difficult. Therefore, in this study we develop a system which distinguishes Karate motion data measured by a motion capture system, and judges the posture of the player. In addition, we check the precision of the system which judges. We use SVM to distinguish posture. The system extracts the feature quantity of the player's posture , when both legs stand still and are landing, from measured Karate motion data. Moreover, the system performs motion classification based on the feature quantity by using SVM, and judges the posture.

.
Key words : posture, feature quantity, motion classification

1. はじめに

本研究室では，空手訓練システムの開発を行っている．これまで空手組手を豊橋技術科学大学のモーションキャプチャ(Motion Capture)システムにより測定し，得られた動作データから空手の技を自動識別する実験を行ってきた[1].「突き」,「蹴り」,「移動」,「構え」の４つの基本動作を高い精度で識別することに成功している．

しかし，詳細な空手のスコアブックを作成するためには競技者の構え方も重要となる．そのため本研究では，モーションキャプチャシステムより得られた空手の動作データから主体者の構え方を識別するシステムを開発する．識別する構え方は「組手立ち」,「騎馬立ち」,「前屈立ち」,「後屈立ち」の４つとする．

なお，本研究は豊橋技術科学大学と共同研究を行っており，使用，開発している Karate Analyzer は豊橋技術科学大学で開発されたものである．

2. 開発環境

・Microsoft Windows XP Professional Version 2002 Service Pack 3
・Microsoft Visual C# 2008 Express Edition

3. 構え識別手法

3.1 構え分割

空手の動作データに含まれる構えを一つ一つ分割することで，それぞれの構えを識別することができる．動作を識別する先行研究では様々な動作分割の手法が考案されているが，過去の本研究室の成果より技の動作識別で用いられた手法[1]を参考に構えを分割した．技の動作分割では，手足の運動速度が０になる点を利用して動作分割する．構え分割ではさらに，主体者の両足が静止していてかつ，両足が着地していることを条件に行う．図１は空手の組手を行っている主体者の左足と右足の速度のグラフを表している．両足それぞれのグラフで速度の山に挟まれた極小値を探索し，その極小値のフレームが両足で一致している点を取り出す．この点で両足の着地判定を行い，着地していれば１つの構えとして分割する．

3.2 特徴量

空手組手の構え識別には機械学習の一つである SVM(Support Vector Machine)を用いて行う．技の動作識別では「主体者の姿勢データ」,「対戦相手の姿勢データ」,「主体者の速度データ」の３つの特徴量を学習させる．しかし，構えの識別では主体者の姿勢が重要であり，両足が静止しているため，「主体者の姿勢データ」のみを特徴量として学習させる．図１の構えの場合，構えを分割した点のフレームにおける主体者の姿勢が特徴量となる．

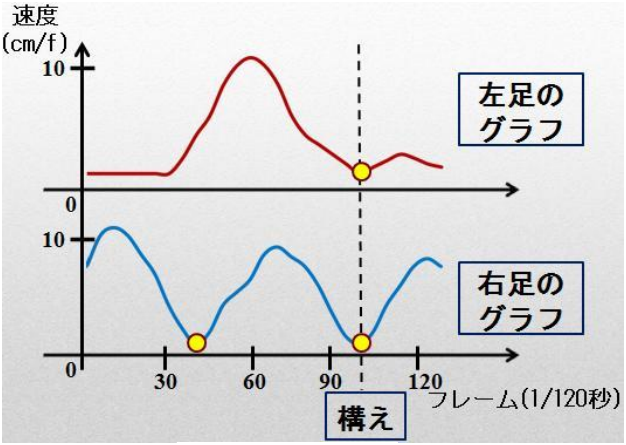


図１　構えの分割

4. 実験

空手部員２名（演者 A，演者 T とする）の協力を得て約束組手３４ラウンド（１ラウンド約５秒）を測定した．この組手動作データを用いて，構え識別システムがどれだけの識別精度を得られるか調査した．構えの識別には、被識別データを除いた全てのデータを学習させて識別を行う交差検定法を用いる．ま

た，識別精度の評価には適合率，再現率から求められるF値を用いる．一般にF値が高いほど識別精度が良い．

図２は演者Aの，図３は演者Tの構え識別をした結果である．図２，図３ともに高精度とは言えない結果となった．その原因は二つ考えられる．一つは組手動作データに含まれる構えの測定数が足りなかったためSVMに満足な学習が行われず，識別精度が上がらなかったと考えられる．図２の後屈立ちと騎馬立ち，図３の後屈立ちは特に測定数が少ないため識別できていない．一方，図２の組手立ちの精度は80%を超えているが，これは組手立ちの状態からラウンドが始まるため，測定数が他の構えより多くなったからであると考えられる．

識別精度が上がらなかったもう一つの原因として，構えの分割に問題があったと考えられる．図４は問題の起こるラウンドの例である．このように，ラウンドで主体者の動き始める前と動き終わった後は両足が静止しているので構えを分割しなければならない．しかし，始めと終わりの２つの構えは速度の山に挟まれていないため極小値を作れず，構えを分割することができなかった．また，長時間主体者の両足が静止していると速度の山の間にできる極小値が左足右足でずれてしまい構えを分割することができなかった．これらの問題により分割できなかった構えがあるため，SVMに学習させる構えのデータが足りなくなったと考えられる．

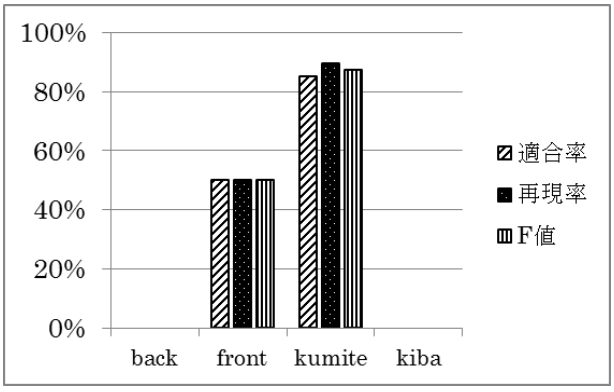


図２　演者Aの構え識別の結果

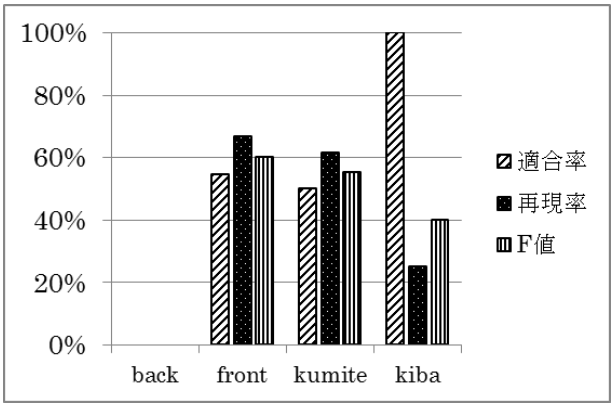


図３　演者Tの構え識別の結果

5. 考察

構え識別の精度を上げるためにはより多くの組手動作データを用意してSVMに構えを学習させなければならない．また構え分割の問題については，図５のグラフの丸で囲まれた左足右足それぞれが静止している範囲を１つのまとまりとして捉え，この範囲が両足で重なる部分を１つの構えとして分割する必要がある．そうすることでラウンドの始めと終わりの構えや，両足が長時間静止しているときの構えも分割が可能になると考えられる．

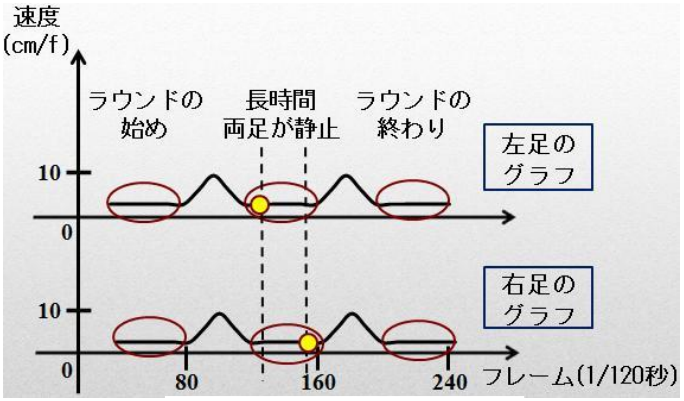


図４　構え分割の問題の例

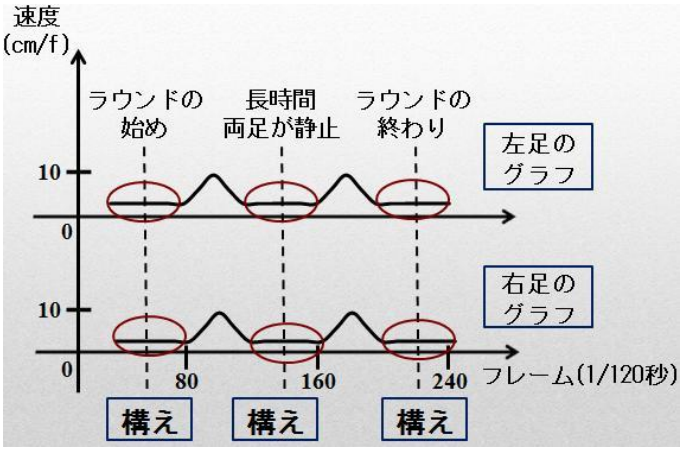


図５　構え分割の解決の例

参　考　文　献

[1] 高内健成：スコアブックのための空手の動作識別，平成23年度生産システム工学専攻特別研究卒業論文（佐藤（恵）研究室）

講演番号 36

Kinect を用いた空手訓練者の動作識別

情報工学科 35 番　増田光輝,　指導教員　佐藤恵一

Motion Classification of Karate Trainer by Kinect

MASUDA Koki

Abstract: In practice by one person of karate, a trainer could not take practice for　appropriate action to be judged instantly to the opponent's attack. We are developing the Karate training system to react to the opponent's attack appropriately. By this system, we measure karate action and evaluate it. As a result, the efficiency of the training of karate rises. In this study, we developed a basic function of system using the Kinect.

Key words : Kinect, Karate

1. はじめに

空手道における攻防の基本である突き・打ち・蹴り・受けは，空手道への入門であるとともに最終の技術目標でもある．この道に志す者は，修練，鍛練をつづけなければならない．この基本動作の評価は大抵の場合、熟練者が行っている．しかし、人による評価は常に一定ではなく、測定者の体調などに左右されやすい．また、一人で訓練する場合、相手の攻撃を瞬間的に判断し動作する訓練が行えない．

そこで本研究室では，合理的な訓練を行なう為，Microsoft から発売されている Kinect[1][2]に着目した．この Kinect を用いて，空手訓練者の攻防の基本動作をジェスチャーとして認識し評価する為のシステムを開発する．

2. Kinect の概要

2.1 Kinect について

Kinect（キネクト）とは，2010 年に発売された，Xbox360 用のコントローラーであり，$150 と非常に安価である．Kinect には RGB カメラ，深度センサー，マルチアレイマイクロフォンなどの各種センサーを搭載し，プレイヤーの位置，動き，声，顔を認識することができる．図 1 が使用した Kinect センサーである．

図 1　Kinect の外観

2.2 Kinect の利点と欠点

ジェスチャーを認識するために Kinect を用いてモーションキャプチャーを開発するが、既存のモーションキャプチャーを使用する場合と比較した場合、値段が安価であること、マーカー不要であること、測定設備の移動が容易であること等が利点として挙げられる。

しかしながら，ゲーム用コントローラーとして開発された Kinect には，高精度なキャプチャーを求めることは不可能である．欠点としては被写体の角度により測定が不可能になること、フレームレートの低さによるコマ落ちなどが考えられる-

3. 研究概要

3.1 開発環境

OS：Microsoft Windows Vista /
開発言語：C#, C++
統合開発環境：Microsoft Visual Studio 2012 C# / C++
ライブラリ：OpenNI + NITE

3.2 使用するモーションキャプチャーシステムについて

ジェスチャーを認識するためのキャプチャーシステムは Kinect 1 台で動作し，プレイヤーと認識された被写体からは，各関節の位置座標が取得可能であるものを開発する．図 2 は被写体が右手を上げた時のシステムの実行画面である．

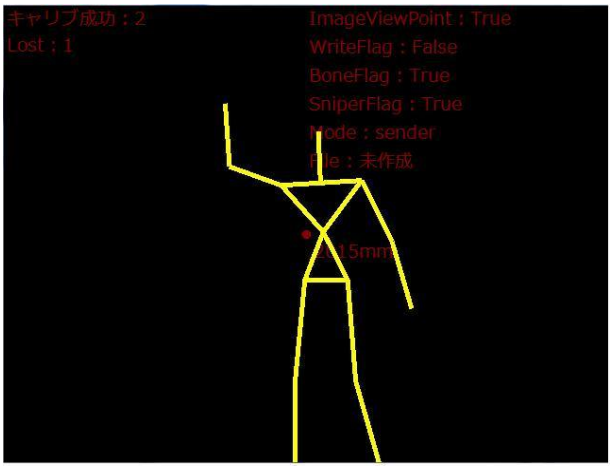


図 2　キャプチャーシステムの実行画面

3.3 ポーズの認識

NUI（ナチュラルユーザーインタフェース）では，ポー

ズとは特定の１つの姿勢のことを指す.ポーズの認識は,ポーズの特徴を抜き出し，それらの特徴を認識するロジックを作る事で実装を行う.

例として、図３右「右手を上げているポーズ」では図３左「右手を下げているポーズ」と比較した時ポーズの特徴として右手と頭の位置が挙げられる．よって右手の位置座標を点 A、頭の位置座標を点 B と置く.

この場合における位置座標のロジックは,点 A の y 座標が点 B の y 座標より大きいということであり,

$$Ay > By$$

がこのポーズのロジックとなる.

「右手を下げているポーズ」のロジックは「右手を上げているポーズ」ではない状態として判断するため,

$$Ay \leqq By$$

となる.

3.4 ジェスチャーの認識

ジェスチャーとはある姿勢に付随する動きを指す．ジェスチャーはポーズの連続として認識する．例としてジェスチャー「右手を上げる」では,図３左「右手を下げているポーズ」と図３右「右手を上げているポーズ」がキーとなる.

右手を下げているポーズ（Ay ≦ By）から右手を上げているポーズ（Ay ＞ By）に遷移した時,ジェスチャー「右手を上げる」が認識される.

ジェスチャーが複雑になるに従ってキーとなるポーズの数を増加させたり,ポーズとポーズの間の遷移状態における条件を定義したりする必要性がある.

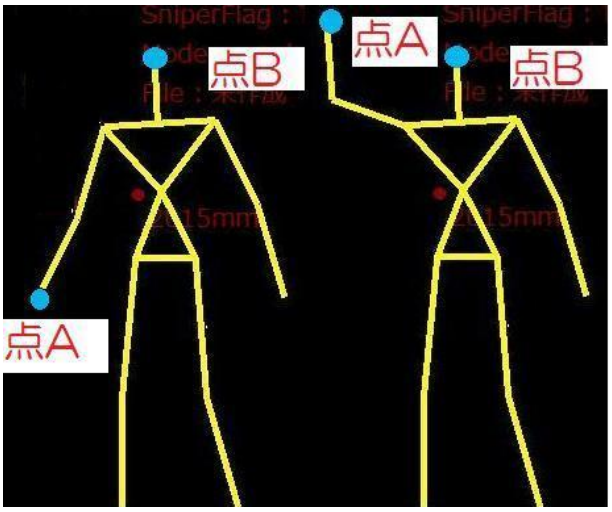


図３左「右手を下げているポーズ」右「右手を上げているポーズ」

3.5 空手への応用

この「ポーズの認識」と「ジェスチャーの認識」を空手に応用し、訓練動作を認識するシステムの開発を試みた.

システムの構想としては,訓練者がKinectの前に立ち,空手の構えの状態から突き,打ち,蹴り,受け等の動作を行った時,評価を行う.

この時,必要なポーズは、大きく分けて「構えのポーズ」,「突きのポーズ」,「打ちのポーズ」,「蹴りのポーズ」,「受けのポーズ」の５つと考察した．各動作にも向きや上段下段、右手左手の違いはあるが，最初は半身の構え（左足前),正拳正面突き,裏拳正面打ち,中段回し蹴り,中段外受け（松濤館流内受け）をそれぞれのポーズとすることにした．次に，ポーズの特徴のロジックを決定した.

「構えのポーズ」では，各四肢の位置に着目し，特徴付けを行った．両手の高さは肩と頭の間とし，各肘関節よりも上にある．左手，左足，左肩はそれぞれ右手，右足，右肩より前にある．右肘は右肩より前にあり，左肘は左肩より前にある.

「突きのポーズ」では，左の肘と手の高さは肩と腰の間にあり，左肘は肩より後ろにある．右手の高さは左手と首の間で，右肘は曲がっていない状態で右手と共に前に出ている.また,右肩は一定以上左肩より前に出ない.

「打ちのポーズ」では左の肘と手の高さは肩と腰の間にあり，左肘は肩より後ろにある．右手の高さは肩と同程度かそれより高く，右肘は少し曲がっていて，右手と共に前に出ている.

「蹴りのポーズ」では右足がまっすぐ前に出ていて,足の高さは腰と同程度から肩までの高さとし，肩の高さが「構えのポーズ」と比較した時に必要以上に低くならない,

「受けのポーズ」では左の肘と手の高さは肩と腰の間にあり，左肘は肩より後ろにある．右肘を前に出し上向きに曲がっており，右手の高さは肩と頭の間である右肘と右手は同じ程度前に出ている.

4. 現状と今後の課題

今回の研究では，今まで本研究室で開発したモーションキャプチャーを使って空手の訓練システムを開発することが目的だったが，モーションキャプチャーの見直しと，訓練システムの仕様検討，及び必要なポーズのロジックを決定したところで終わってしまった．また，ポーズのロジックについても Kinect の精度によっては見直す必要がある.

実際に動作を識別する場合「突きのポーズ」,「打ちのポーズ」等，一部のポーズが似ていることによりKinectが動作を誤判定する可能性もある.

Kinect の誤判定については，おそらくポーズとポーズの間にもう一つのポーズを挿入するか，遷移状態における条件を定義することで解決可能だと考えられる.

ポーズのロジックについては，肩の角度によってKinectが測定不能になる場合，Kinect 複数台で測定するしか方法は無いと思われるが,複数台用いた時に起こる測定データの関節座標が飛ぶ現象についての対策が必要である.

参　考　文　献

[1]中村薫 著, KINECT センサープログラミング(2011).
[2]西林孝＋小野憲史 著，キネクトハッカーズマニュアル(2011)

モーションデータを用いた空手トレーニングシステムにおける仮想対戦相手の表示

情報工学科 07番 大野衛， 指導教員 佐藤恵一

Display of Virtual Opponent in Karate Training System that Uses Motion Data

Ohno Mamoru

Abstract : In practice of Karate Kumite by one person, its practice is mainly performed by using the sandback. However, the practice in response to the movement of the opponent by using sandbag is not efficient. Then, in order to realize practice environment of more real Kumite, we used motion data measured in Toyohashi University of Technology and created the program which draws in a virtual opponent .

Key words : kumite, opponent, motion date

1.はじめに

現在空手を一人で練習する際にはサンドバッグを用い，それを敵として認識し打ち込む方法しか練習方法がなく，それでは高い効率が得られるとは考えられにくい．

そこで，豊橋技術科学大学で撮影してきたモーションキャプチャシステムを用いて仮想の対戦相手を生成・動作させることにより，トレーニングプログラムを作成しようという試みを元に本実験は提案された．

このトレーニングプログラムを使うことにより，従来のサンドバッグで行うトレーニングよりも幅が広がり，更に実戦に近いトレーニングが行うことができるだろうと思われる．

2.開発環境

OS：Windows 7 Enterprise 32bit
開発言語：C#
開発環境：Microsoft Visual C# 2008 ExpressEdition
　　XNA Game Studio 3.0

3. 概要

3.1 実現方法

本プログラムでは，豊橋技術科学大学で撮影してきた組手の一連動作から使えそうなシーンを切り取り，それらをXNAで表示することによりトレーニングプログラムを実現している．

撮影してきたデータをテキスト化し，座標を1行ずつ読み込み表示することで仮想敵を表示している．

トレーニングプログラムでは待機状態のテキストを開き，1行ずつ読み込み，空白行が来たらまた待機状態のテキストを読み込むようにループさせている．（図1）

3.2 攻撃モーションの繰り出し

図1の状態で待機状態が繰り返されてる最中に任意のキー（z，x，c，v）を押すと図2のように待機状態からパンチやキックのモーションが繰り出され，また待機状態に戻る．

待機状態中の仮想敵が空中にいる際に任意のキーを押した際，空中で技を出しては大きな違和感がでるので、ポイントrootのZ座標を取り出し、取り出した値の1行前と1行後の値と比べ小さかった時（すなわち地面に足がついている時）に技を出すようにプログラミングした．

また，攻撃モーションによってはモーション終了後の着地地点が待機モーション開始地点と大きくズレるものも存在し，その場合攻撃モーション→待機モーションがワープしているように見えてしまう．

それを改善するために待機モーションから攻撃モーションにうつる際の待機モーションの座標を保存し，攻撃モーション終了時とその座業との差を求め，その地点から待機モーションを再開するようにプログラミングした．

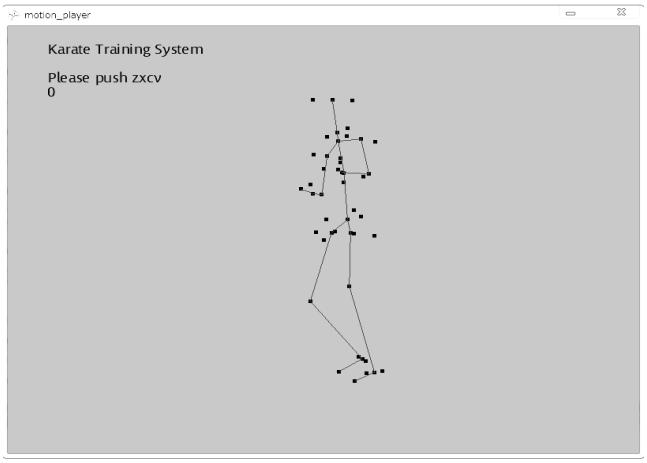


図1　実行画面　待機状態

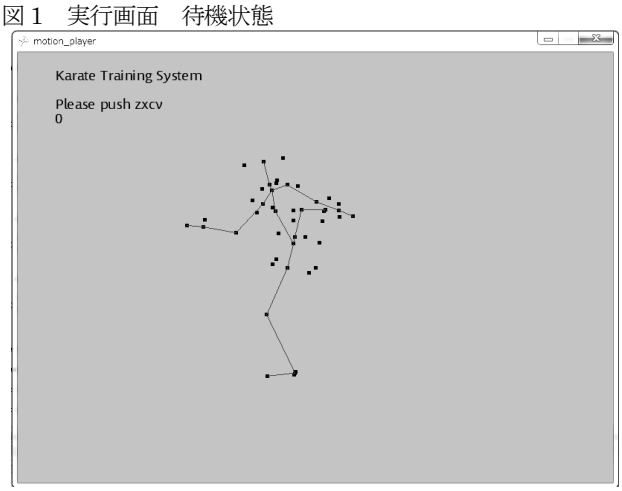


図2　実行画面　攻撃モーション

3.3 視点移動

マウスをドラックすることで仮想的が回転し，様々な角度で練習できる他，マウスホイールでズームができるようになっている．

3.4 モーションセレクト

空手のモーションは人によって異なり，1 人から繰り出されるモーションの練習だけでは偏りができてしまうと考え，本プログラムでは別々の人を用いた 2 パターン分のモーションを用意しており，図 3 の SelectMotion ウィンドウで変更できる．

Ver1 を押すと，A のモーションデータから切り取った待機モーションが表示され，任意のキーを押すと A のモーションデータから切り取った攻撃モーションが出る．

Ver2 を押すと，同様に B の待機モーションが表示される．

それぞれの待機モーションと攻撃モーションを同じ撮影者を用いることで，別々の撮影者のモーションを使用するよりも自然で滑らかなモーション移行を実現することができた．

3.5 モードセレクト

任意のキーを押して攻撃モーションを出すモードでは，攻撃のタイミングと種類は自由に調整できるが，そのためには空手の組手を行う者の他にもう 1 人 PC の操作を行う者も必要となってしまう．

なのでランダムな間隔でモーションを繰り出すランダムモードというものを追加した．

これら 1 つのモードは図 3 の SelectMotion ウィンドウ内の「手動モード」「ランダムモード」のボタンで切り替えが可能となっている．

ランダムモードを背託した場合は，手動モードで使用していた任意のキーは使用できず，押してもなにも反応しないようにしてある．

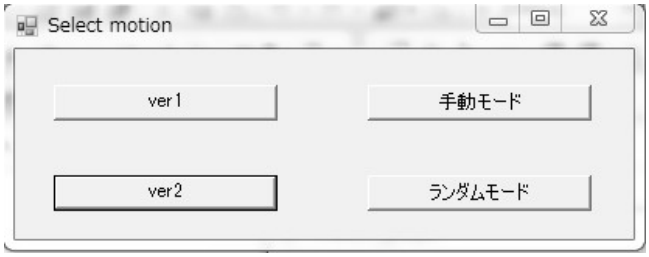


図 3　Select motion ウィンドウ

4　データの追加，変更

本プログラムは豊橋技術科学大学で撮影してきたモーションデータであれば，プログラムを変更しなくても待機モーションを変更できるようにしている．

トレーニングプログラム－motion_player－bin－x86－Debug の中にすべてのモーションデータが入っている．

その中の「motion○_△」と書いてあるデータが攻撃モーション（○は Ver1 は 1，ver2 は 2 に対応　△は 1～4 の数字をが各モーションの動作に対応している），「taiki_○」のファイルがあり、それぞれを同じ名前で別のファイルに置き換えれば，豊橋技術科学大学で撮影してきた別のモーションで独自にトレーニングプログラムを作成することができる．

4.1　攻撃モーションデータの作成

豊橋技術科学大学で撮影してきたデータというのは，突きや蹴りのモーション 1 箇所だけを撮影したのではなく，数回のモーションが約 1 分間にわたって撮影されたデータとなっている．

なので撮影してきたデータをそのまま適用することはできない．

そこで撮影してきた一連の動作から，突きや蹴りのモーションを切り抜くことが必要となってくる．

その方法は，まず撮影してきた一連の動作を動かし，良いと思われる突きや蹴りのモーションのはじめと終わりのフレーム番号を大体でいいのでメモし，新たにテキストにコピーする．

次に「rootZ」という座標（腰の Z 軸座標）に注目し，切り抜いた動作の最初と最後の rootZ が最小のものになるようにさらに切り取ると，待機状態から自然に繰り出される攻撃モーションの作成が可能となる．

図 4 は rootZ の座標をグラフにしたもので，この赤い点の部分で区切ればよい．

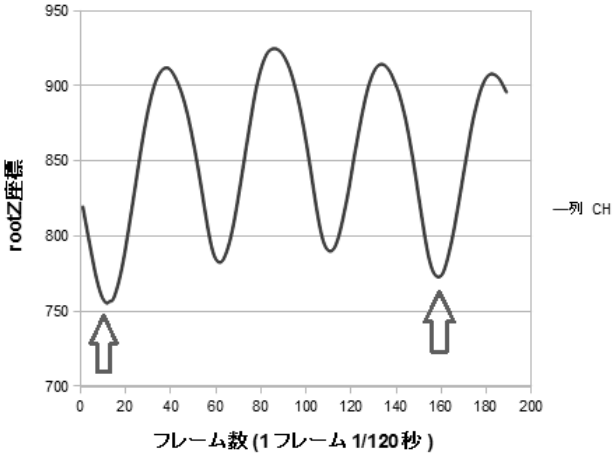


図 4　rootZ の座標を用いたグラフ

5. まとめ

1 年間の卒業研究として，従来のモーション合成システムを用いず，独自の方法でトレーニングプログラムを作成してきたが，やはりモーション合成を使った方法よりも自然な待機状態からの攻撃モーション移行ができなかった．

しかし，汎用性の面においては，撮影してきた豊橋技術科学大学のモーションを用いれば自分で使用したいモーションをとても簡単に作り，プログラムに適応するということができるので，従来のモーション合成よりも高い汎用性ができたのではないかと思う．

6. 参考文献

[1]丸岡孝司著，　：visualC#　実践講座 (2007 年，株式会社ラトルズ).

[2]赤坂玲音著，　：XNA ゲームプログラミング(2009 年，ソフトバンククリエイティブ株式会社).

[3]中島省吾著，　：ゲーム作りで学ぶ　VisualC#2008　入門 (2009 年，株式会社エスシーシー).

Java アプレットによるアルゴリズム学習コンテンツの作成(1)

情報工学科 19 番　佐々木智也，　指導教員　後藤等

Development of sorting algorithm learning contents by the Java applet (1)

SASAKI Tomoya

Abstract : There have been algorithm study support contents before, but they were hard to use. The purpose of this study is to aid the students with algorithms computer learning. Specifically, this study is intended for sort algorithms (e.g., bubbule sorting, insertion sort, merge sort, selection sort, heap sort, a shell type, quick sort). These learning contents work on a web application that uses java applet. And it is developed so that students can use them without the manuals.

Key words : algorithm, sort, java applet

1. はじめに

本校の情報工学科には『アルゴリズム』という授業科目がある。その授業の中では主に“文字照合アルゴリズム”、“ソートアルゴリズム”などを学ぶことになっている。なかでも“ソートアルゴリズム”は種類が多く、板書だけではソーティングの過程を表現することが難しく、また学生が復習する際にもわかりにくいと考えられる。そこで我々は、Java アプレットを用いたソーティングアルゴリズム学習を行うための学習コンテンツを開発することによって、より学習効率を上げようと考えた。また、このコンテンツは Web アプリケーションという形での実装のため、利用者のモチベーションを維持しつつ、学習できるようにということも狙いである。

2. 開発環境

OS：Microsoft Windows7
開発言語：Java
統合開発環境：Eclipse3.7Indigo
動作確認：Internet Explorer

3. 学習コンテンツの概要

3.1 e ラーニング

本研究では、e ラーニングという形で利用者にアルゴリズムのソーティングの学習をしてもらう。e ラーニングで勉強するメリットとしては、決まった時間、決まった場所に集まって勉強する必要がなく、好きな時間に自分のペースで学習することができることである。また、個々人の行いたい学習（本研究ではバブルソートや選択ソートなど）ができることもメリットの一つである[1]。

3.2 開発手順

Eclipse3.7Indigo[2]を用い、Java アプレット[3]でプログラムを作成している。作成しているプログラムをコンパイルしてクラスファイルを生成し、HTML 言語を使用してそのアプレットを Web ページに埋め込む。

本研究では、以下のソートアルゴリズムについて 7 つ、動作を行う学習コンテンツを作成した[2]～[4]。

・単純ソート　　・バブルソート
・挿入ソート　　・選択ソート
・クイックソート　・シェルソート
・シェイカーソート

3.3 学習コンテンツの構成

本学習コンテンツは以下のような構成になっている。
①タイトル
②セレクトボックスによるソートの種類の選択場所
③現在のソートによって並び替えられた回数
④ソートする数字列
⑤ソートする数字列を追加する場所
⑥ソートする数字列を操作する場所
⑦現在選択されているソートの説明
図 1 は、それぞれの番号に対応した部分を示している。

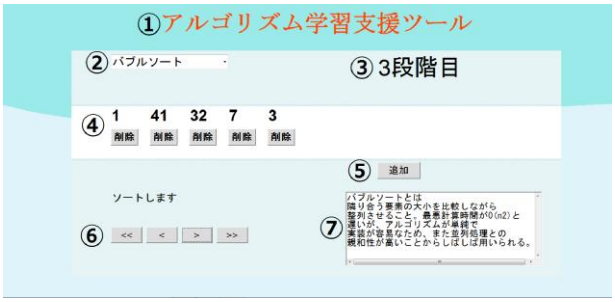


図 1　構成

3.4 学習コンテンツの流れ

本学習コンテンツは、図 2 に示すように、まず初めにセレクトボックスを用いてユーザ本人にソートの種類を選択させる。

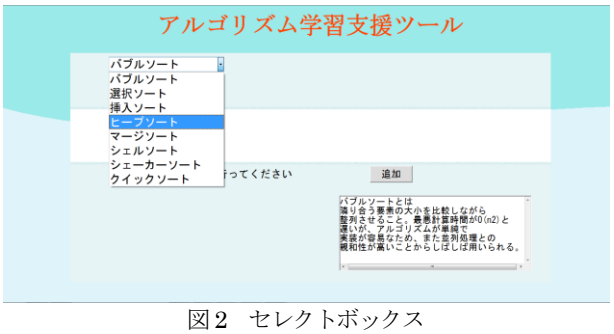


図 2　セレクトボックス

次に追加ボタンを押すと、図 3 に示すように新しいフレームが出現し、好きな数字列を決められるようになっている。（ここで入力できる数字は 1～999 の数字 10 個までとなっている。）

図 3　フレーム

一通り入力し終えたら、図 4 に示してある 4 種類のソートをするボタンを押し、ソーティング手順を確認する。ボタンの機能は、数字列を一番最初の状態へ戻すボタン、ひとつ前の状態へ戻すボタン、ひとつ先の状態へ進むボタン、ソートし終わった状態へ進むボタンがある。

図 4　ソートボタン

3.5 学習コンテンツの特徴

本研究では、初めて使う人でも説明書なしで操作できるコンテンツにするために、本校第 5 学年で学習するヒューマンインターフェース[5]の知識も取り入れ、操作性を重視して作成した。主な工夫点をとしては、1 ページ内に収める、ボタンの数をなるべく少なくする、メッセージを使って操作を促す、などがある。

以前のものと比較すると、1 ページ内に収めることによって学習コンテンツの全体が見やすく、使いやすくなったと思われる。また、必要に応じてボタンやメッセージを隠したり出現させたりすることによって、誤操作を行わせないような配置方をした。さらに、全体的なレイアウトに関しても「群化の法則」に従っている作りにすることによって使いやすく、誤操作を回避するようにしている。「群化の法則に従う」とは、自分で意識しなくとも、物事を固定した見方で見ることができるということである。具体的には図 5 で示す通り、①の部分が「数字列を操作する部分」でまとまっていて、②の部分が「ソートを操作する部分」でまとまっている。

図 5　レイアウト

4. 今後の課題

今後の課題として、1 番は今回不十分であったユーザ評価を踏まえて、細かな改善をしていかなければならない。

表示的な面では、ソートの動作を確認するときに、どことどこが比較され、動いているのかをもっとわかりやすく表示する必要がある。

機能的な面では、数字を入力する際に、今のところは、いちいち挿入ボタンを押さなければならないが、今後は Enter を押して入力を確定することができるように改善したい。また、ソーティングの種類によっては、このコンテンツでは理解しづらいものもあるので、そのことについては今後検討していきたい。

5. 終わりに

本研究を通して、初めの設計段階が本当に大事だと思った。どの様なものを作るのか抽象的な考えのまま、作り始めた結果、共同研究者との意見の食い違いで作業が遅れたり、後々検討すると、この機能はいらないのではないかと、作り上げた機能を破棄したりして無駄な時間を過ごしてしまった。

作業の時間を少し減らしてでも、設計段階を慎重に行うことができていれば、より良いコンテンツを作れたのではないかと後悔している。

参　考　文　献

[1] e ラーニング http://ja.wikipedia.org/wiki/E%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%8B%E3%83%B3%E3%82%B0

[2] 藤原暁宏　著,　アルゴリズムとデータ構造, (森北出版,2006)

[3] 木村聡　著,　Eclipse で学ぶはじめての Java 第 3 版, (ソフトバンククリエイティブ,2012)

[4] 荒井正之　著,　Java アプレットで学ぶデータ構造とアルゴリズム, (共立出版,2008)

[5] 吉川榮和　著,　ヒューマンインタフェースの心理と生理, (コロナ社, 2009)

Java アプレットによるアルゴリズム学習コンテンツの作成(2)

情報工学科 30 番　濱田大空，　指導教員　後藤等

Development of Sorting Algorithm Learning Contents by the Java Applet (2)

HAMADA Ohzora

Abstract : In the curriculum of department of computer engineering of this school, we have the lecture to study computer algorithms in the 3rd grade. There was slightly hard to understand only on a blackboard in the algorithmic class. The purpose of this study is to develop learning contents on the algorithms. We make the contents that are easy to use seven kinds of main sorting algorithms using Java applet. The contents are implemented to one Web page, and the placement of the buttons is devised. These contents can help the student who does not understand sorting. Unfortunately, the learning contents concerning some sorting algorithms are not implemented.

Key words : algorithms, sorting, Java applet

1. はじめに

本校の情報工学科第３学年には、アルゴリズム[1]という科目でソートについて学習する授業があり、その授業の内容には板書だけではわかりにくい部分が存在している。学生がソートについて十分に理解出来たか自己確認するためには自分自身でソートする数字列を挙げ、実際にソートを行うのが合理的である。しかし、授業で取り上げた数字列以外で正確にソートの過程を確認する手段は少なく、授業の板書だけではソートの復習をする際効果が薄い。自分自身で数字列を挙げることで利用者が疑問に思っているソートの過程を示す動的な教材があれば理解しやすく、利用者自身の学習効率をより向上できるのではないかと考えた。また、このような科目には視覚的に仕組みを捉える事が出来きる教材があれば、理解することが容易になると思われる。

そこで本研究ではJavaアプレットを用いたWeb上で動作する視覚的に理解しやすいソーティングアルゴリズム学習コンテンツの開発行った。

2.開発環境

OS:	Windows7
開発言語：	Java
統合開発環境：	Eclipse 3.7Indigo
動作確認：	Internet Explorer

3. コンテンツの概要

本研究で開発した学習コンテンツについて説明する。

3.1　開発手順

Eclipse3.7Indigo[1]を用い、Java アプレットで[3]プログラムを作成している。作成しているプログラムをコンパイルしてクラスファイルを生成し、HTML 言語を使用してそのアプレットを Web ページに埋め込む。

3.2　ソートアルゴリズム

ソートとは、複数の要素からなるデータを特定の規則に従って並び変える操作のことである。本研究では、以下のソートアルゴリズムについて 7 つの動作を行うコンテンツを作成した。

・単純ソート
・バブルソート
・挿入ソート
・選択ソート
・クイックソート
・シェルソート
・シェイカーソート

3.3　学習コンテンツの概要

本学習コンテンツは、図１のような数字列に対する操作が４つあり、ソートの過程を一つずつ進めていく操作とソートを最後まで進める操作、数字列を一つ前の状態に戻す操作と数字列を初期の状態に戻す操作から成る。

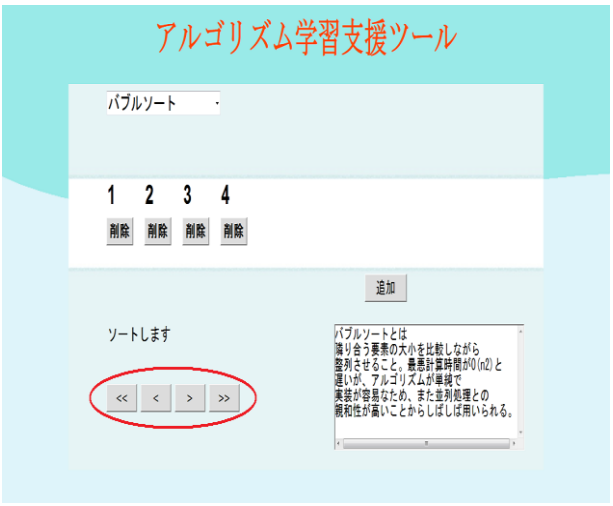


図１　コンテンツ実行画面

4 つの操作では共有のリストを用いており、ソートを一つずつ進める操作、あるいはソートを最後まで進める操作が行われるとセレクトボックスに対応したソートを行い、その過程の数字列を全てリストに保存する。2 つの操作のどちらかが 1 回行われるとすでに数字列はソートされてリストに格納されており、テキストボックスの表示で数字列がソートされる様子を示している。数字列を前の状態に戻す操作 2 つに関してはリスト内に格納されているソート済みの数字列を操作に対応して表示している。

図 1 はコンテンツを実行する画面である。左上のセレクトボックスでソートを指定し、その下にはテキストボックスで数字列を表示している。テキストボックスの下部の削除操作で数字列の削除を行うことができる。以下にコンテンツ上の動作の流れを示す。

(1) セレクトボックスからソートの種類を選択する。

(2) 中央部の追加ボタンを押すと図 2 に示す入力フレームが出現し、数字列を入力する。

(3) 実行ボタンを押すと図 1 のような数字列を操作するボタンである>、>>、<、<<ボタンが出現する。

(4) 数字列を一段階ソートした状態を表示する：[>ボタン]

>ボタンを押すとリストの添え字を 1 つ進め、一段階ソートした数字列を表示する。リストの添え字は 0 からスタートする。この際にリストにソートされた数字列とソートの過程が全て格納される。更に制御フラグの値が 0 から 1 になり、>、>>ボタンを押してもリストに数字列は格納されなくなる。リストの添え字を用いて中央部右側に現在何段階目のソートを行った数字列なのか表示される。

(5) ソートが完了した数字列を表示する：[>>ボタン]

>>ボタンを押すとリストの添え字が末尾まで進み、ソート完了時の数字列を表示する。>ボタン同様に制御フラグが 0 から 1 になり、>、>>ボタンを押してもリストに数字列は格納されなくなる。中央部右側にソート完了のメッセージが表示される。

(6) 数字列を 1 つ前の状態に戻す：[<ボタン]

>ボタンを押すとリストの添え字が 1 つ戻り、一段階前の数字列を表示する。>、>>ボタンが押される前にこのボタンを押すとソートを進めるボタンを押すことを促すメッセージが表示される。

(7) 数字列を初期状態に戻す：[<<ボタン]

>>ボタンを押すとリストの添え字が 0 になり、初期状態の数字列が表示される。<ボタン同様に>、>>ボタンが押される前にこのボタンを押すとソートを進めるボタンを押すことを促すメッセージが表示される。

(8) 削除ボタン

テキストボックスの下に設置されており、押すと数字を削除する。この際ソートに関する操作を行う>、>>、<、<<ボタンを非表示にする。

(9) 更新ボタン

削除ボタンを押すと出現するボタンで押すと数字列が左詰めに表示し直す。制御フラグの値を 0 にし、また削除ボタンが押されるまで表示されない。この際ソートに関する操作を行う>、>>、<、<<ボタンが出現する。

(10) ソートの解説

右下部にソートの解説を載せている。セレクトボックスを変更すると対応したソートの解説が出現する。

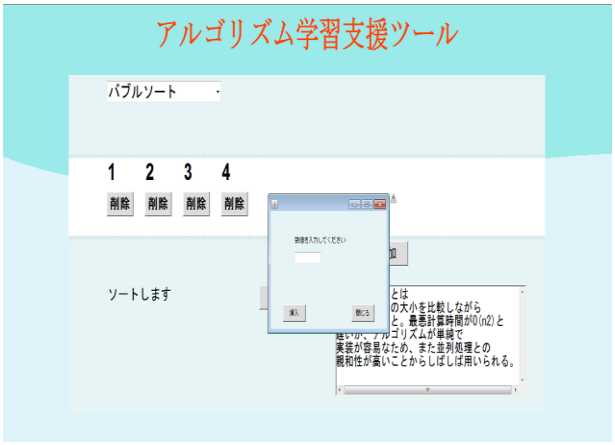


図 2　追加フレーム画面

4. 終わりに

本研究は Java アプレットを用いた Web 上で動作する視覚的に理解しやすいソーティングアルゴリズム学習コンテンツの開発が目標である。実際に数字列を入力し、その過程を視覚的に表示することには成功した。しかし、開発に予想以上に時間が掛ってしまい、ユーザの意見・要望等を聞く時間を十分に取ることが出来なかった。ユーザの意見・要望を取り入れて開発を行うことは重要な要素であり、スケジュール管理の大切さを改めて感じた。

反省として、ソート同士の違いがわかりにくいコンテンツとなっているためである程度ソートを習熟していないと使用しても効果が薄いコンテンツになってしまった点と分割過程と統合過程を現在の仕様では表現しにくいためマージソートをコンテンツに組み込むことができなかった点などが挙げられる。

今後の課題としては、ユーザにアンケートを取り、評価してもらい、ユーザの意見を反映させたコンテンツに改良する必要がある。今後はアンケートを取り、可能な限り利用しやすいコンテンツに改善していく予定である。

参 考 文 献

[1] 藤原暁宏　著,　アルゴリズムとデータ構造, (森北出版, 2006)

[2] 木村聡　著,　Eclipse で学ぶはじめての Java 第 3 版, (ソフトバンククリエイティブ, 2012)

[3] 荒井正之　著,　Java アプレットで学ぶデータ構造とアルゴリズム, (共立出版, 2008)

時間割管理システムの開発
ー データベースを用いた Web アプリケーションの開発 Ⅰー

情報工学科 22 番　佐々木梨夏，　指導教員　後藤等

Development of Timetable Management System
--- Development of the Web Application Using Databases I ---

SASAKI Rika

Abstract : Until recently, class changes of our school have been notified all students on one bulletin board. Now, the same contents as the bulletin board are shown as PDF on Webclass of our school. However, it is slightly difficult for a student to understand these contents. The purpose of this study is to solve this problem by developing a Web application that displays each student's timetable. The Web pages of this application are made using Java and MySQL. And we tested them on tomcat. As a result, we were able to implement the adequate functions of the application. However, the application has a problem with the security about management of users and managers.
Key words : class changes, Web application, timetable, Java, MySQL, tomcat

1. はじめに

本校では、一つの掲示板で全学生に対して授業変更が通知されている。最近では、学内の掲示板の内容が PDF として本校の Webclass 上で公開されている。しかしながら、この掲示板の内容は、学生にとって少々わかりづらいという意見が多い。

この問題を解決するために、本研究では、Java とデータベースを用いて「時間割管理システム」と題した Web アプリケーションを開発する。このアプリケーションでは、学生毎の時間割を Web ページに表示することで、授業変更の内容をよりわかりやすく学生に伝えることが可能となる。

2. 開発環境

本研究では、以下の開発環境の下で Web アプリケーションの開発に取り組んだ。

・OS
　Windows7
・統合開発環境
　Eclipse 4.3.1
・リレーショナルデータベース管理システム
　MySQL 5.6.14
・Web コンテナ
　Apache Tomcat 7.0
・開発言語
　Java、HTML、JavaScript

3. 開発方法

本研究では、Java と MySQL を用いて Web ページを作成し、これらを Tomcat 上でテストするという方法で Web アプリケーション開発を進めた。

4. 開発したシステムの概要

4.1 構成

システム全体は、図 1 の様な構成になる。ユーザである学生は、システムの Web サイトにアクセスし、一般ユーザページから Web サーバ上のサーブレットを通してデータベースからデータを読み込むことで時間割表示機能等を利用する。また、管理者は、システムの Web サイトにアクセスし、管理者ページから Web サーバ上のサーブレットを通して授業変更や年間行事予定、通常時間割等の情報を管理する[1]。

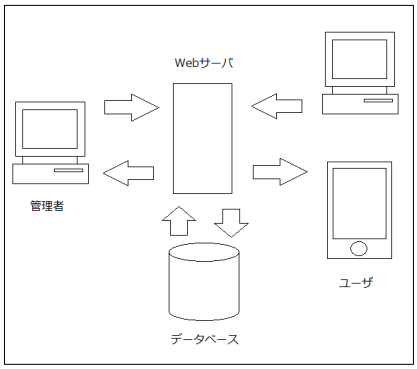


図 1　システム全体の構成

4.2 データベース構造

システム内のデータベースは、主に以下の 8 つのテーブルによって構築される。

・ユーザ情報テーブル
・管理者情報テーブル
・履修テーブル
・年間行事予定テーブル
・通常時間割テーブル
・科目テーブル
・授業休講テーブル
・授業挿入テーブル

4.3 機能

本研究で開発したシステムには以下の機能を実装することが出来た。

・ユーザ毎の時間割表示
　システム内のデータベースから、ユーザ情報や年間行

事予定、授業休講、通常時間割等の情報を取り出し、授業変更を含めた1週間分の時間割を、ユーザ毎に自動的に作成し、図2の様に表示する。

5年 情報工学科 佐々木梨夏 さんの時間割

	1/13(月)	1/14(火)	1/15(水)	1/16(木)	1/17(金)
1時限		情報英語演習	データベース	ヒューマンインタフェース	オペレーティングシステム
2時限		情報英語演習	データベース	ヒューマンインタフェース	オペレーティングシステム
3時限			画像処理	卒業研究	技術者倫理
4時限			画像処理	卒業研究	技術者倫理
昼休み					
5時限			現代社会	卒業研究	卒業研究
6時限			現代社会	卒業研究	卒業研究
7時限				卒業研究	卒業研究
8時限				卒業研究	卒業研究
9時限					
10時限					

図2　ユーザ毎の時間割

・ユーザ情報管理

ユーザは、ID とパスワード、そして、時間割表示に必要な情報として、学年、学科・学級、氏名、履修科目を登録し、システムを利用する。また、ユーザは、これらの内、ID 以外の情報を変更することが出来る。

・管理者情報管理

管理者は、管理者用の ID、パスワードを登録し、システムを管理する。また、管理者は管理者用のパスワードを変更することが出来る。

・授業変更情報管理

管理者は、授業休講情報の登録機能、授業補講情報の登録機能、授業変更情報の確認・削除機能を利用して、授業変更情報を管理する。各機能の詳細について簡単に説明すると、以下の様になる。

(1)授業休講情報の登録機能

休講にする授業の日付、学年、学科・学級、時限を入力すると、対応する科目に関する情報を検索し、確認画面が表示される。登録情報を確認し、登録ボタンをクリックすると、データベースに情報が書き込まれる。

(2)授業補講情報の登録機能

補講を入れるクラスの情報(学年、学科)を入力すると、対応するクラスの履修科目を検索し、その中から補講する科目を選択することが出来るようになる。これに加え、補講日と時限を入力すると、確認画面が表示される。登録情報を確認し、登録ボタンをクリックすると、データベースに情報が書き込まれる。

(3)授業変更情報の確認・削除機能

現在登録されている授業休講情報と授業補講情報の一覧を確認することが出来る。各情報には削除ボタンが設けられており、これをクリックすると、削除する情報の確認画面が表示される。削除する情報を確認し、削除ボタンをクリックすると、情報をデータベースから削除することが出来る。

・年間行事予定管理

管理者は、年間行事予定テーブル内の情報を管理することが出来る。

・通常時間割管理

管理者は、通常時間割テーブル内の情報を管理することが出来る。

・科目情報管理

管理者は、科目テーブル内の情報を管理することが出来る。

5. おわりに

5.1 今後の課題

本研究を通して、システムにある程度の機能を実装することが出来たが、以下の様な課題が残る。

・インタフェースの改善

機能の実装に長時間を要してしまい、使い易いインタフェースを設計することが出来なかった。今後、より良いシステムにするためには、ユーザの意見を取り入れながらインタフェースを改善する必要がある。

・より効率的なデータベース構造の提案

本システム内のデータベースでは、大量のデータを扱うが、本研究で提案したデータベース構造は、データ管理に関して、あまり効率的でないように思われる。そのため、システム内のデータベース構造に関して、更なる検討が必要である。

・ユーザや管理者の情報管理、ログイン方法等でのセキュリティ面の強化

Web アプリケーションは、実装方法によっては、セキュリティ脆弱性を持つ場合がある[2]。しかしながら、本研究では、Web アプリケーション開発におけるセキュリティについて学習する時間を十分に確保できず、簡単なログイン方法を用いることになってしまった。実際に学内で利用するためには、セキュリティ面の強化が必要である。

5.2 感想

本研究を通して、Java 言語の基本や MySQL の基本的な操作法、Web アプリケーションの開発方法について学ぶことができた。また、結果的に、システムにある程度の機能を実装することは出来たが、仕様検討が甘く、開発中に仕様変更が多々生じてしまったことや、インタフェースや機能に関して、多数のユーザに試験的に利用してもらう時間が確保できなかったこと等が反省点である。

参　考　文　献

[1] http://www.wakhok.ac.jp/~tomoharu/web2004/text/index.html

[2] WINGS プロジェクト 東浩二 著, 山田祥寛 監修: *TECHNICAL MASTER はじめてのJSP&サーブレット Eclipse 3.7 Indigo+Tomcat 7 対応版*, p.413 (秀和システム, 2013).

講演番号 41

時間割管理システムの開発
ー データベースを用いた Web アプリケーションの開発Ⅱ ー

情報工学科 42 番　吉田裕有，　指導教員　後藤等

Development of Timetable Management System
--- Development of Web Application Using Databases Ⅱ ---

YOSHIDA Yu

Abstract : Until recently, class changes of our school have been notified all students on one bulletin board. They have been also noticed on the WebClass of our school since last December, but it is troublesome to find the information related to oneself, because all the information of class changes is displayed. The purpose of this study is to manage a timetable of each student so that he can easily check class changes. The system managed a timetable is created by Java and MySQL, the test of action was repeated on Tomcat, and the interface has been improved. As a result, even student's timetable for arbitrary one week can be created based on the inputted change data of a class. The interface which can use this system has been already created, but the problem with the security about user authentication.

Key words : class changes, Web application, timetable, Java, MySQL, tomcat

1. はじめに

本校では、授業変更を一つの掲示板によって学生に通知している。最近では場所を問わず見られるように、Webclass 上で掲示板の内容を PDF 形式で公開されている。しかし、これらの内容は授業を全て列挙していて、ひと目で見難いと言う欠点を抱えている。

よって、本研究では「時間割管理システム」と題して、Web アプリケーションを開発する。このアプリケーションは従来の方法の欠点をふまえ、学生毎の時間割として授業変更を表示することで、ひと目で確認を可能にする。

2. 開発環境

本研究では、以下の開発環境の下で、Web アプリケーションの開発に取り組んだ。

・OS
　Windows7
・統合開発環境
　Eclipse4.2.1
・リレーショナルデータベース管理システム
　MySQL 5.6.14
・Web コンテナ
　Apache Tomcat v7.0
・開発言語
　Java
　HTML
　JavaScript

3. 開発方法

本研究では、Java と MySQL を用いて Web ページを作成し、これらを Tomcat 上でテストするという方法で、Web アプリケーション開発を進め、最終的に war ファイルとしてイクスポートし、Web ブラウザからもテストした。

4. 開発したシステムの概要

4.1 構成

システム全体は、図 1 の様な構成になる。ユーザとなる学生がシステムの Web サイトにアクセスし、一般ユーザーページにログインし、ユーザ情報変更、時間割表示の 2 つの機能を利用する。管理者は同様にシステムの Web サイトにアクセスし、管理者ページにログインして、各データベースの管理を行う。上記のページは全て Web サーバ上のサーブレットによって表示や動作を行う。

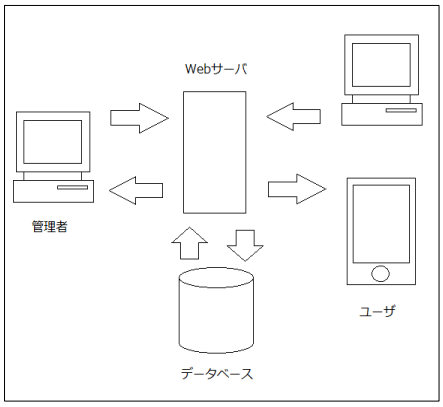


図 1　システム全体の構成

4.2 データベース構造

システム内のデータベースは、主に以下の 7 つのテーブルによって構築される。

・ユーザ情報テーブル
　登録されたユーザの、ID、パスワード、学年、学科・学級、氏名を管理する。
・管理者情報テーブル
　登録された管理者の ID とパスワードを管理する。
・履修テーブル
　ユーザ毎に作成し、ユーザの履修する科目の科目番号

を管理する。

・年間行事予定テーブル

年度毎に作成し、日付、授業曜日、休日か否かを管理する。

・通常時間割テーブル

学年、学科、曜日、時限、科目番号といった通常時間割情報を、ID で管理する。

・科目テーブル

科目番号、科目名、学年、学科、選択科目か否かを管理する。

・授業休講テーブル

日付、曜日、学年、学科、時限、休講となる科目の科目番号といった休講情報を、ID で管理する。

・授業挿入テーブル

日付、曜日、学年、学科、時限、補講となる科目の科目番号といった補講情報を、ID で管理する。

4.3 機能

本研究で開発したシステムには以下の機能を実装することができた。

・ユーザ毎の時間割表示

システム内のデータベースから、ユーザ情報や、年間行事予定、授業休講、通常時間割等の情報を取り出し、授業変更を含めた 1 週間分の時間割を、ユーザ毎に自動的に作成し、図 2 の様に表示する。

時間割管理システム

-時間割-

3年 情報工学科 吉田裕有さんの時間割

	12/16(月)	12/17(火)	12/18(水)	12/19(木)	12/20(金)
1時限	データベース	オペレーティングシステム	コンパイラ		情報英語演習
2時限	データベース	オペレーティングシステム	コンパイラ		情報英語演習
3時限		技術者倫理			倫理学
4時限		技術者倫理	卒業研究		倫理学
昼休み					
5時限	現代社会	卒業研究	卒業研究		数理計画法
6時限	現代社会	卒業研究	卒業研究		数理計画法
7時限		卒業研究	卒業研究		
8時限		卒業研究			
9時限					
10時限					

図 2 ユーザー毎の時間割

・ユーザ情報管理

ログイン中の一般ユーザが自分自身の登録情報を管理する。

・管理者情報管理

ログイン中の管理者が管理者情報を管理する。

・授業変更情報管理

ログイン中の管理者が授業変更情報を管理する。

・年間行事予定管理

ログイン中の管理者が、年間行事予定テーブル内の情報を管理することが出来る。管理方法は、新規作成・更新・削除があり、更に一ヶ月毎に予定を表示するため、表示する月の変更機能もある。

・通常時間割管理

ログイン中の管理者が、通常時間割テーブル内の情報を管理することが出来る。管理方法は、新規作成・更新・削除があり、更にクラス毎に予定を表示するため、表示するクラスの変更機能もある。

・科目情報管理

ログイン中の管理者が、科目テーブル内の情報を管理することができる。管理方法は、新規作成・更新・削除があり、更にクラス毎に予定を表示するため、表示するクラスの変更機能もある。

5. おわりに

5.1 今後の課題

本研究を通して、システムにある程度の機能を実装することができたが、以下のような課題が残る。

・インタフェースの改善

現段階において、実装されているインタフェースは開発者視点で便利だと考えたものでしかないため、改善の余地があると思われる。よって、学生によるテストを行い、その結果をフィードバックしてより良いシステムを構築し直す必要がある。

更に、操作に関係の無い全体のデザインに手がつけられていないので、CSS の追加を行いたい。

・ソースコードの見直し

一つの動作に対する処理手順が長いので、ソースコードの行数が膨大になってしまった。よって、他の方法を考えると共に、Java で使用可能なメソッドについて学習を進めることで、変更が可能な行の軽量化を図りたい。

・ユーザや管理者の情報管理、ログイン方法等でのセキュリティ面の強化

Web アプリケーションは、実装方法によっては、セキュリティ脆弱性を持つ場合がある[2]。しかし、本研究では、セキュリティ面への対応まで行えなかった。その為、入力された ID とパスワードをデータベースで照合するという、簡単なログイン方法を用いることになってしまった。実際に学内で利用するためには、セキュリティを高める必要がある。

5.2 まとめ

本研究を通して、システムの開発手順を経験することができた。多くの時間を要求定義と設計に費やし、開発実施に移った際には円滑なコーディング作業が行えたが、時折行き詰まることがあり、設計が不十分だと感じた。そのため、十分な設計を行う方法について考えるきっかけになった。

研究内容については、前述したようにインタフェース、データベース、セキュリティ、それぞれで至らない点が目立つので、原因や改善方法を考えることで技術の向上を目指したい。

参 考 文 献

[1] http://www.wakhok.ac.jp/~tomoharu/web2004/text/index.html

[2] WINGS プロジェクト 東浩二 著, 山田祥寛 監修: *TECHNICAL MASTER はじめてのJSP&サーブレット Eclipse 3.7 Indigo+Tomcat 7 対応版*, p.413 (秀和システム, 2013).